



Left Brain, Right Brain

Sally P. Springer Georg Deutsch

State University of New York at Stony Brook

W. H. Freeman and Company San Francisco

С. Спрингер Г. Дейч

Левый мозг правый мозг

Асимметрия мозга

Перевод с английского
канд. биол. наук А. Н. Чепковой
под редакцией

канд. мед. наук И. В. Викторова
МОСКВА «МИР» 1983

ББК 28.903

С74 УДК 612+577.3

Спрингер С, Дейч Г.

С74 Левый мозг, правый, мозг.: Пер. с англ. — М.: Мир.,

1983. — 256 с, ил.

Книга американских авторов посвящена различным аспектам функциональной асимметрии правого и левого полушарий головного мозга человека и животных. Рассмотрены также половые различия в характере функциональных асимметрий, роль последних в возникновении нарушений высшей нервной деятельности, а также связь работы правого и левого полушарий с процессами мышления и эмоциями.

Предназначена для физиологов, нейрофизиологов, психологов, психиатров» и врачей других специальностей.

Салли Спрингер, Георг Дейч ЛЕВЫЙ МОЗГ, ПРАВЫЙ МОЗГ

Старший научный редактор Е. А. Яновская, мл. редактор Н. Ю. "Плавниская.

Художник В. С. Голубев, художественный редактор А. В. Лисицын

Технический редактор Л. П. Ермакова, корректор К- Л. Водяницкая

ИБ № 3487

Сдано в набор 31.03.83. Подписано к печати 11.07.83. Формат 60X90^{7/8}
Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Объем 8
бум. л. Усл. печ. л. 16, Усл. кр.-отт. 16[^] Уч.-изд. л, 17,01. Изд. № 4/2414. Тираж
12 000 экз. Зак. 1009. Цена 1 р. 50 к.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «МИР»

129820, Москва, И-110, ГСП, 1-й Рижский пер., 2.

Московская типография № 11 Союзполиграфпрома при Государственном
комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли.
Москва, 113105, Нагатинская ул., д. 1.

Редакция литературы по биологии

© 1981 by Sally P. Springer and Georg Deutsche © Перевод и а русский, язык,
«Мир»-, 1983

Предисловие редактора перевода

Предлагаемая вниманию читателя книга С. Спрингер и Г. Дейча посвящена одной из наиболее актуальных и широко обсуждаемых проблем современной неврологии — проблеме функциональной асимметрии мозга. Эта проблема, выросшая из многочисленных клинических наблюдений неравнозначности двигательных и речевых нарушений при очаговых поражениях правого или левого полушарий мозга человека, вышла сегодня за пределы неврологической клиники и приобрела широкий междисциплинарный характер, привлекая внимание специалистов разных профилей — нейрофизиологов, нейроморфологов, психологов, генетиков и психиатров.

Все возрастающий интерес к проблеме межполушарных асимметрий, пожалуй, одной из самых «человеческих» проблем науки о мозге, не случаен и обусловлен не столько накопленным объемом фактических данных, сколько несомненным прогрессом в разработке новых, все более тонких и объективных методов исследования мозга человека. Основу изучения межполушарных асимметрий, и это четко показано в книге С. Спрингер и Г. Дейча, составляют исследования функциональной организации мозга конкретного индивидуума, а не мозга человека вообще. Это положение лишний раз подчеркивает приоритет клинических, электрофизиологических и психологических подходов в анализе межполушарных асимметрий мозга человека и явную недостаточность чисто описательных морфологических данных, накопленных к настоящему времени, на что неоднократно указывают авторы книги. Такая ситуация ставит перед морфологами, изучающими мозг человека, новые методические и исследовательские задачи. В этой связи очевидно, что созданные в последние годы методы количественного и стереологического исследования коры и подкорковых образований должны внести свой вклад в понимание морфологических основ функциональных асимметрий мозга человека. Новые перспективы в изучении этой проблемы открывают методы компьютерной аксиальной томографии, а также позитронно-эмиссионной томографии с использованием 2-дезоксиглюкозы и ряда сверхкороткоживущих изотопов, которые позволяют анализировать динамику функциональных параметров различных структур мозга человека.

Как в отечественной, так и в зарубежной литературе существует множество работ по функциональной асимметрии мозга — от небольших журнальных статей, содержащих клинические или экспериментальные данные, до солидных обобщающих монографий. Среди этих публикаций, большинство

которых доступно и представляет интерес главным образом для узкого круга специалистов, книга С. Спрингер и Г. Дейча, написанная как обзор современного состояния проблемы межполушарных асимметрий мозга животных и человека, занимает особое место, поскольку авторы сумели найти оптимальный вариант изложения большого числа фактов и гипотез в свободной и простой, но научно строгой форме. Книга насыщена фактами. Приведенные в ней данные, противоречащие друг другу, а иногда и взаимоисключающие точки зрения разных исследователей подчеркивают реальную сложность обсуждаемой проблемы и нерешенность многих ее аспектов. Стремясь к объективности и излагая все эти «за» и «против», авторы не навязывают читателю своего мнения, а как бы предлагают ему отыскать свой собственный путь в сложном лабиринте фактов

6

Предисловие редактора перевода

и гипотез. Это делает книгу интересной и увлекательной не только для специалистов, занятых исследованиями структуры и функций мозга, но и для более широкого круга читателей.

В последние годы проблема функциональной асимметрии мозга обсуждается и с философских позиций в связи с ее важным методологическим звучанием и самым непосредственным отношением к проблеме «мозг и сознание»¹. В этом отношении определенный, интерес представляет заключительная глава книги «За пределами фактов: спорные вопросы теории», отражающая некоторые философские подходы зарубежных исследователей к оценке экспериментальных и клинических данных, полученных в ходе изучения функциональных асимметрий, главным образом у больных с «расщепленным» мозгом. Одной из сторон, отнюдь не самой положительной, популярности проблемы асимметрий мозга человека было появление за рубежом потока паранаучной литературы, в которой делаются попытки переосмыслить данные о функциональных различиях правого и левого полушарий, выйдя за «пределы фактов». С различиями правого и левого полушарий стараются связать различия культур и обычаев целых народов, «западной» и «восточной» философий, зачастую пытаясь прикрыть субъективно трактуемыми данными социальные и расовые противоречия современного капиталистического общества. Такие попытки переосмыслить, а иногда попросту вывернуть наизнанку объективные данные о различиях функций полушарий человеческого мозга получили хлесткое название «дихото-мания». Как справедливо указывают С. Спрингер и Г. Дейч, зараженные ди-хотоманией авторы популярной литературы абсолютизируют различия правого и левого полушарий и игнорируют сложнейшие интегративные механизмы, лежащие в основе целостной деятельности мозга. Латерализация функций мозга, функциональные асимметрии полушарий—это реальные факты, которые способствуют более глубокому пониманию мозга как единого целого, подтверждают объективность представлений о неразрывной связи мышления, языка и праксиса, подчеркивают их первостепенное значение в эволюции человека, в развитии его мозга.

К сожалению, авторам остались неизвестными публикации наших отечественных исследователей по проблемам локализации функций в мозгу и межполушарным асимметриям, которые могли бы существенно дополнить многие разделы их книги, построенной преимущественно на данных американских ученых и отражающей основные результаты и тенденции развития исследований «правого и левого мозга» в США. Не со всеми положениями книги С. Спрингер и Г. Дейча можно согласиться полностью. Возможно, эти спорные положения послужат основой плодотворных дискуссий, которые будут способствовать дальнейшему развитию исследований межполушарных асимметрий мозга человека и животных.

И. В. Виктор

¹ См. книгу Н. Н. Брагиной и Т. А. Доброхотовой «Функциональные асимметрии человека», М.: «Медицина», 1981, а также статьи в журнале «Вопр. философии», № 3, 1978.

Памяти Фанни Маргулис и Питера Дейча

Предисловие

На протяжении относительно короткой истории исследования человеческого мозга ученые не раз возвращались к вопросу о функциях различных его областей. Наиболее ярко это проявилось в попытках разделения психических функций человека в соответствии с очевидным физическим делением мозга на правую и левую половины. Асимметрия в функциях полушарий впервые была обнаружена в XIX в., когда обратили внимание на различные последствия повреждения левой и правой половин мозга. В последующие • годы клиницисты неоднократно подтверждали характер нарушений поведения, возникающих вследствие таких повреждений.

Интерес к проблеме функциональной асимметрии значительно возрос после первых операций расщепления мозга, произведенных в 60-е годы. Это привело к резкому увеличению числа исследований, ставивших своей целью выявление различий в функциях полушарий и пытавшихся оценить их значение для поведения человека. Значительное внимание уделялось также вопросу о возможной связи этих различий с такими разнообразными феноменами, как неспособность к обучению, психические заболевания и особенности познавательных процессов у представителей различных культур. Проблема функциональной асимметрии была дискуссионной по крайней мере по двум причинам. Во-первых, получаемые данные не всегда были однозначными: иногда исследования, направленные на решение одного и того же вопроса, давали противоречивые результаты. Во-вторых, слишком велик был соблазн делать предположения и выводы, далеко выходящие за рамки фактических данных.

В этой книге предпринята попытка свести воедино результаты большого числа исследований, посвященных природе межполушарной асимметрии. Сначала мы рассмотрим основные данные по асимметрии у больных с повреждениями мозга и с расщепленным мозгом, а также у здоровых людей, затем обсудим некоторые специальные вопросы, в частности проблему леворукости, проблему половых различий в асимметрии мозга и развитие асимметрии. Подготавливая обзор о работе левого и правого мозга, мы пытались отделить надежно установленные факты от умозрительных гипотез, не принося при этом в

8

Предисловие

жертву интересных моментов в тех и других. Кроме того, мы стремились найти, где это возможно, объяснение причин несоответствия результатов некоторых исследований. Мы пытались также показать, каким образом исследования межполушарной асимметрии внесли важный вклад в понимание функций мозга в целом. Изучение функций левого и правого мозга представляет собой в конечном счете только один из подходов к исследованию мозга. Мы надеемся, что в этом отношении книга будет полезной.

Мы писали свою книгу для сравнительно широкого круга читателей и стремились как можно яснее излагать материал, не поступаясь, однако, точностью изложения и не пытаясь преуменьшать сложности обсуждаемых проблем. Книга может оказаться полезной для студентов-старшекурсников, изучающих взаимоотношения между деятельностью мозга и поведением. Мы полагаем, что она заинтересует также читателей, которые хотели бы больше узнать об асимметрии мозга, не ограничивая себя чтением чрезвычайно упрощенной популярной литературы. •" Нам хотелось бы выразить благодарность коллегам и друзьям за помощь при работе над этой книгой. Боб Лайберт натолкнул нас на мысль о написании книги, попросив дать ему

ссылку на обзорную работу, посвященную проблеме межполушарной асимметрии. Когда ему ответили, что ничего подходящего нет, он сказал, что пришла, по-видимому, пора написать об этом книгу. Алан Рабенс, Чак Хамильтон, Фил Брайден, Моррис Москович и Барри Лоринстейн высказали ценные замечания и предложения по различным аспектам текста. Петер Шульман сократил наше первоначальное тяжеловесное заглавие. Нам хотелось бы выразить особую благодарность нашему редактору В. Хэйварду Роджерсу за то, что он с энтузиазмом разделял нашу убежденность в необходимости написания этой книги.

Ноябрь 1980

Сэлли П. Спрингер Георг Дейч

Глава 1

Исторический обзор клинических данных об асимметрии мозга

В 1836 г. никому не известный сельский врач Марк Дакс выступил с небольшим докладом на заседании медицинского общества в Монпелье (Франция). Как и большинство его современников, Дакс не часто выступал на медицинских конференциях. В самом деле, этот доклад был его первым и единственным научным сообщением.

В течение своей долгой службы в качестве практикующего врача Дакс видел много больных, страдавших от потери речи — состояния, возникающего в результате повреждения мозга и известного специалистам под названием афазии. Это наблюдение было не новым. Еще древние греки сообщали о случаях внезапной утраты способности связно говорить. Даксу, однако, пришла в голову мысль о том, что между потерей речи и поврежденной стороной мозга, по-видимому, существует связь. Дакс заметил признаки повреждения левой половины, или полушария, мозга более чем у 40 наблюдавшихся им больных с афазией. Ему не удалось обнаружить ни единого случая афазии при повреждении одного только правого полушария. В своем докладе на заседании медицинского общества Дакс суммировал эти наблюдения и сделал следующее заключение: каждая половина мозга контролирует свои, специфические функции; речь контролируется левым полушарием.

Его доклад не имел успеха. Он не вызвал ни малейшего интереса у аудитории и вскоре был забыт. Через год Дакс умер, не подозревая о том, что его работа предвосхитила одну из наиболее интересных и интенсивно разрабатываемых областей научных исследований второй половины двадцатого века — исследование различий в функциях левого и правого полушарий мозга.

Хотя большинство из нас рассматривает мозг как единую структуру, в действительности он разделен на две половины. Эти две части, два полушария, плотно прилегают друг к другу внутри черепной коробки и соединены несколькими пучками нервных волокон, которые служат каналами связи между ними.

10

Глава 1

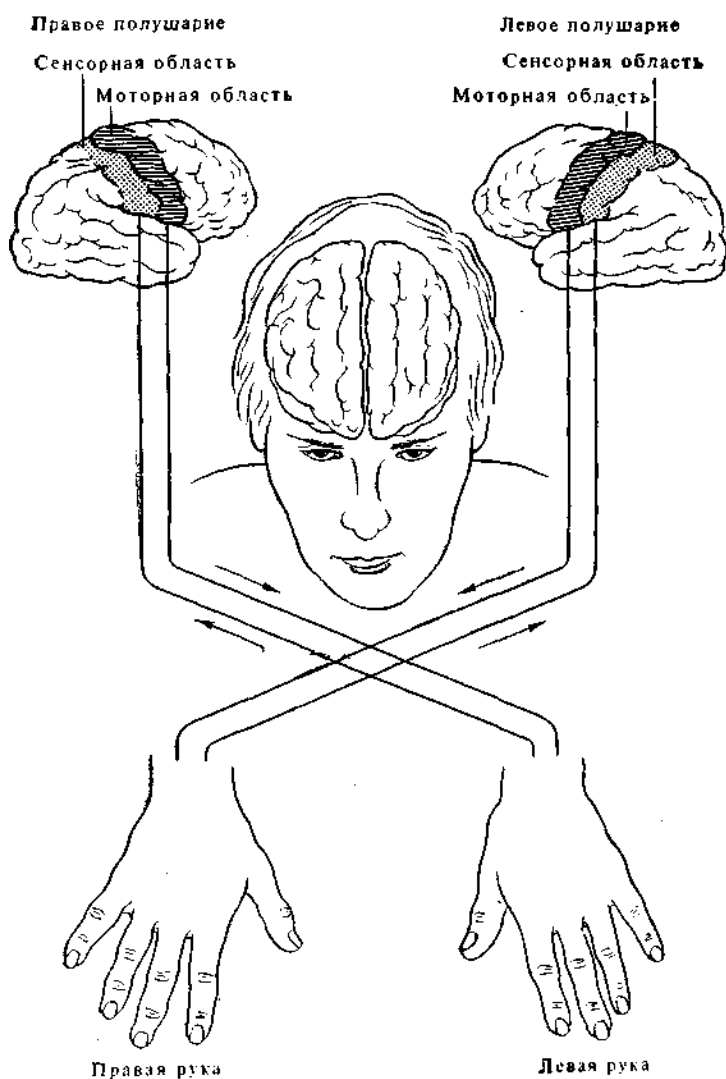


Рис. 1.1. Сенсорные и моторные пути, связывающие мозг и тело, почти полностью перекрещены. Каждая рука обслуживается главным образом противоположным (контралатеральным) полушарием.

В полном соответствии с общей симметрией тела человека каждое полушарие представляет собой почти точное зеркальное отображение другого. Управление основными движениями тела человека и его сенсорными функциями равномерно распределено между двумя полушариями мозга, при этом левое

Исторический обзор клинических данных

П

полушарие контролирует правую сторону тела (правую руку, правую ногу и т. д.), а правое полушарие — левую сторону. На рис. 1.1 представлена схема перекрестной организации сенсорных и моторных путей¹.

Физическая симметрия мозга и тела не означает, однако, что правая и левая стороны равноценны во всех отношениях. Достаточно обратить внимание на действия наших двух рук, чтобы увидеть начальные признаки *функциональной асимметрии*. Лишь очень немногие люди одинаково владеют обеими руками; большинство же имеет ведущую руку. Во многих случаях на основании того, какая рука является ведущей, можно многое предсказать относительно организации высших психических функций. Например, у правшей почти всегда то полушарие, которое управляет ведущей рукой, контролирует также и речь.

Различия в способности двух рук отражают только один из аспектов в асимметрии функций двух полушарий мозга. В последние годы накоплены многочисленные данные, свидетельствующие о том, что левый и правый мозг неидентичны по своим возможностям и организации, несмотря на

физическую⁴ симметрию. Есть основания полагать, что сложные психические функции человека несимметрично распределены между левым и правым мозгом.

Самые ранние и, пожалуй, наиболее яркие свидетельства существования функциональной асимметрии связаны с клиническими наблюдениями за поведением больных с повреждениями мозга. Догадка Марка Дакса о связи между повреждением левого полушария и потерей речи была первым указанием на различные функции двух полушарий. Были обнаружены и другие виды асимметрии.

Например, в отличие от людей с повреждениями левого полушария, испытывающих затруднения в речи, у больных с определенного рода повреждениями правого полушария нарушены процессы восприятия и внимания. Эти больные с трудом ориентируются в пространстве, у них нарушена память на пространственные взаимоотношения. Запомнить путь в новом здании для них может оказаться непосильной задачей, и даже в знакомой обстановке они могут потерять ориентировку. Некоторые больные с повреждением правого полушария испытывают затруднения в узнавании знакомых лиц. Повреждение правого полушария может вызвать синдром пренебрежения, или игнорирования². Для больных с таким синдромом как будто не существует левой стороны пространства: они совершенно не обращают вни-

¹ Короткий обзор сведений по нейроанатомии можно найти в приложении.

² В отечественной литературе для обозначения этого феномена употребляется термин «односторонняя пространственная агнозия». — *Прим. ред.*

12

Глава 1

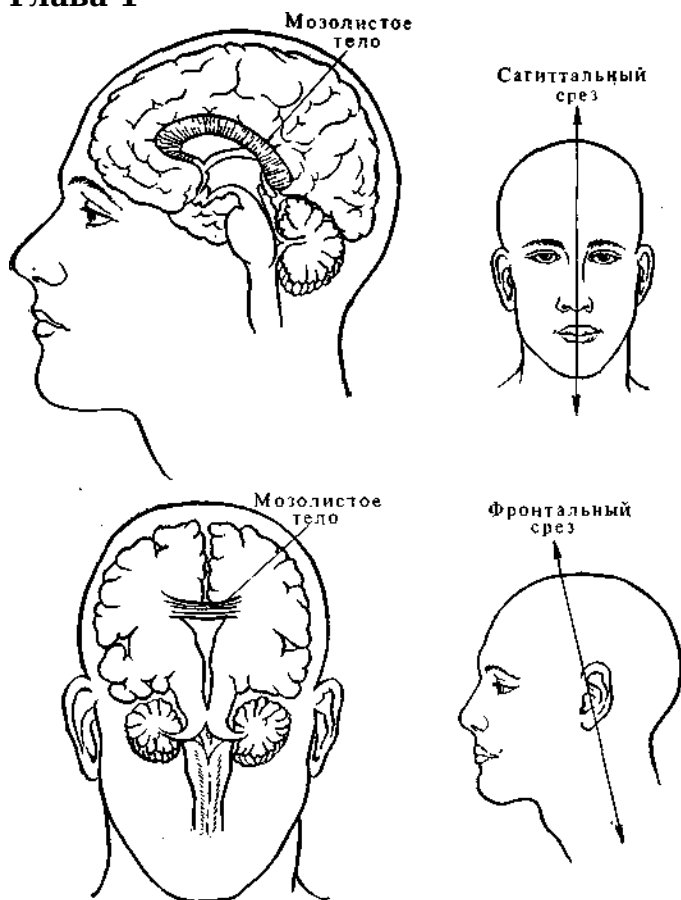


Рис. 1.2. Вид полушарий мозга и мозолистого гела — главного пути, соединяющего полушария, на срезах, сделанных в двух плоскостях (Lindsey, Norman, Human Information Processing, 11977).

мания на объекты, расположенные слева, во многих случаях не едят пищу с левой стороны тарелки, иногда игнорируют и левую сторону своего тела и отказываются признавать парализованную левую руку своей собственной. Удивительно то, что сходное повреждение левого полушария обычно не вызывает столь выраженного и длительного игнорирования правой стороны пространства.

Хотя уже более 100 лет в нашем распоряжении находятся клинические данные, указывающие на асимметрию мозга, в настоящее время основное внимание сосредоточено на недавно начатых работах по исследованию функций левого и правого

Исторический обзор клинических данных

13

полушарий у больных с так называемым «расщепленным» мозгом. По медицинским показаниям этим больным производилась операция пересечения трактов, соединяющих полушария мозга. На рис. 1.2 показан основной межполушарный путь — мозолистое тело (*corpus callosum*). Неискушенному наблюдателю может показаться, что эта радикальная операция существенно не изменяет нормальных функций больного. Для ученого, однако, эта ситуация предоставляет уникальную возможность исследовать способности каждого полушария в отдельности.

Специальные методики позволяют обеспечить поступление сенсорной информации только к одному полушарию. Ограничение стимуляции одним полушарием часто называют *литерализацией*. Один способ ^достичь латерализации состоит в том, чтобы дать больному с завязанными глазами ощупать предмет только одной рукой.. Больной с расщепленным мозгом, ощупывающий предмет правой рукой (которая управляется, главным образом, левым полушарием), не затруднится назвать этот предмет. Однако, если повторить эту процедуру, используя на этот раз левую руку, больной не сможет назвать предмет. Очевидно, что информация о предмете не проходит к речевым центрам, расположенным в левом полушарии. Тем не менее с помощью левой руки больной теперь уже легко может найти этот предмет среди ряда других, скрытых от его глаз. Случайный наблюдатель мог бы сделать вывод, что левая рука знает и помнит, что она держала, даже если сам больной не знает.

Используя другие методики, позволяющие ограничить одним полушарием поступление зрительной или слуховой информации, исследователи продемонстрировали значительные различия в способностях двух полушарий больных с расщепленным мозгом. Было обнаружено, что левое полушарие участвует в основном в аналитических процессах, особенно в построении и понимании речи, и обрабатывает входные сигналы, по-видимому, последовательным образом. Правое полушарие отвечает за определенные навыки в обращении с пространственными сигналами, за музыкальные способности и обрабатывает информацию одновременно и целостным способом (холистически).

Вдохновленные открытиями, сделанными на больных с поврежденным мозгом, исследователи искали пути изучения меж-полушарных различий у неврологически здоровых людей. В принципе хотелось бы знать, имеют ли какое-либо значение для функций нормального мозга те различия, которые обнаружены между левым и правым мозгом у больных. Хитроумные, методики, разработанные для того, чтобы исследовать этот вопрос, позволили получить на него утвердительный ответ.

Все эти клинические исследования вызвали очень большой интерес. В настоящее время представляется очевидным, что между двумя сторонами мозга существуют функциональные

14

различия и что эти различия обнаруживаются как у больных, так и у здоровых людей. Одним из последствий этих открытий была масса различных гипотез относительно значения асимметрий для поведения.

Результаты исследований, проведенных на больных с расщепленным мозгом, показывают, что каждое полушарие может воспринимать, заучивать, вспоминать и чувствовать независимо от другого, но в способе обращения с входной информацией между ними существуют некоторые различия. Роджер Сперри [1] из Калифорнийского технологического института, руководивший многими из этих работ, полагает, что каждое полушарие больного с расщепленным мозгом обладает независимым сознанием [1]. Он высказал предположение, что хирургическое разделение мозга делит разум на две отдельные сферы сознания. Такое предположение естественно ведет к представлению о возможности существования в интактном мозгу при определенных условиях удвоенного сознания.

Другие исследователи подчеркивали значение различий между полушариями. Утверждали, что эти различия ясно проявляются в традиционном противопоставлении рассудка интуиции, науки искусству, логического мистическому. Как считает психолог Роберт Орнстейн [2], исследования мозга показывают, что эти противопоставления не являются просто отражением культуры или философии. Предполагалось также, что юристы и художники используют в своей работе различные половины мозга и что эти различия проявляются и в деятельности, не имеющей отношения к их работе [3]. Другие исследователи расширили это предположение, утверждая, что каждого человека можно отнести к «левополушарному» или «правополушарному» типу в зависимости от того, какое из полушарий направляет основную часть поведения индивидуума [4].

Недавние исследования асимметрии мозга вызвали интерес к общей проблеме неравнозначности правой и левой руки. Исследования показали различия между лево- и праворукими в отношении организации мозга. Каково значение этих различий, если таковое имеется, для интеллекта и творческих способностей? Какие факторы в первую очередь обуславливают леворукость? Гены? Жизненный опыт? Небольшие повреждения мозга? Эти и другие вопросы, имеющие отношение к проблеме «рукости», были предметом интенсивного изучения в последние десять лет.

С исследованием межполушарной асимметрии были связаны и разные другие проблемы. Разнообразные расстройства, такие как неспособность к обучению, заикание и шизофрения, пытались объяснить предполагаемым аномальным разделением труда между двумя полушариями. Джозеф Боген [5] — нейрохирург — участвовавший в исследовании больных с расщепленным

Исторический обзор клинических данных

15

мозгом, полагает, что изучение межполушарных различий имеет важное значение для проблемы образования. Он утверждает, что нынешний упор в системе образования на приобретение вербальных навыков и развитие аналитического мышления обуславливает пренебрежение к развитию важных невербальных способностей. Он утверждает, что в этих условиях одна половина мозга «голодает», и ее потенциальный вклад в развитие личности в целом игнорируется.

Скромно начатые в 1836 г. исследования левого и правого мозга при их продолжении захватили воображение как ученых, так и неспециалистов. Немногие области научных исследований порождали такой большой интерес у столь разнообразной аудитории. Это имело свои хорошие и плохие стороны. Положительным моментом было то, что в короткий период времени было собрано огромное количество новых данных. Исследователи работали очень интенсивно, сознавая значение получаемых ими результатов для решения важных вопросов регуляции поведения человека.

Отрицательная сторона проявлялась в постоянном стремлении истолковывать каждые противопоставляемые друг другу категории мышления, такие, как рациональное и интуитивное, дедуктивное и образное, в терминах их принадлежности к левому или правому мозгу. Это опасное профессиональное увлечение было названо некоторыми учеными «дихотоманией». Кроме того, часто не проводилось четкой грани между фактами и фантазией, и неспециалистам трудно было понять, что твердо установлено как факт, а что является лишь предположением.

Несомненно, однако, что исследование левого и правого мозга дало возможность глубже понять функции мозга и их связь с поведением и что многие важные открытия еще впереди. Цель этой книги состоит в том, чтобы рассмотреть современное состояние знаний в этой области и указать на имеющиеся в них пробелы, которые до сих пор существуют.

Мы начинаем с рассмотрения клинических данных, положивших начало созданию современных представлений о левом и правом мозге.

Потеря речи и правосторонняя недостаточность: свидетельства асимметрии, длительное время остававшиеся без внимания

Каждый, кто побывал в палате, где лежат перенесшие инсульт, не мог не заметить, что больных с левосторонним параличом приблизительно столько же, сколько с правосторонним. Инсульт обычно связан с прекращением кровоснабжения части мозга, что приводит к ее повреждению. Поскольку кровь поступает к каждому полушарию отдельно, инсульт, как прави-

16

Глава 1

ло, поражает только одну половину мозга. Так как каждая половина управляет противоположной стороной тела, правосторонний паралич указывает на инсульт в левом полушарии, а левосторонний — на инсульт в правом.

За долгую историю клинических наблюдений над афазией неоднократно сообщалось о том, что нарушения речи, как правило, сопровождаются парезом или параличом правой стороны тела. Такое сочетание указывало на связь между потерей речи и повреждением левого полушария мозга. Однако до второй половины XIX в. значение этой связи не было оценено медиками.

Быть может, это и не удивительно. Ранние анатомические исследования показали, что половины мозга являются зеркальным отражением друг друга, а их вес и размер приблизительно одинаковы. Кроме того, большинство ученых твердо верило в то, что мозг функционирует как единое целое, и поэтому они не были расположены «увидеть» свидетельство чего-то другого.

Однако в начале XIX в. стали уделять серьезное внимание идее о том, что определенные функции могут быть закреплены за отдельными областями мозга. Представление о возможности изучения функциональной роли отдельных областей мозга стало известно как учение о *локализации функций в мозгу*.

Концепция о локализации функций в мозгу

Первым, кто высказал предположение о том, что мозг не является однородной массой и что разные умственные способности могут быть локализованы в разных областях мозга, был немецкий анатом Франц Галль. Он полагал, что способность к речи локализована в лобных долях мозга. К сожалению, Галль утверждал также, что форма черепа отражает строение лежащей под ним мозговой ткани и что умственный и эмоциональные особенности индивидуума можно определить путем тщательного изучения расположения шишек на его голове.

Во многих научных кругах Галля считали шарлатаном, поскольку не было достоверных данных, указывающих на то, что форму черепа можно использовать для предсказания каких-либо качеств человека. Однако основная идея о том, что разные функции контролируются разными областями мозга, нашла многих последователей. Среди них был французский

профессор медицины Жан Батист Буйо. Буйо был до такой степени уверен в правоте Галля относительно локализации речи в лобных долях, что предложил 500 франков (значительную сумму для того времени) любому, кто сможет представить больного с повреждением лобных долей, не сопровождавшимся потерей речи [6].

Исторический обзор клинических данных

17

В течение многих лет большинство ученых спокойно относили себя к сторонникам той или иной из двух точек зрения по этому вопросу. Сторонники одной были твердо убеждены в том, что речь контролируется лобными долями, сторонники другой утверждали, что определенные функции не могут быть локализованы в отдельных областях мозга. В то время было мало новых данных для того, чтобы изменить чье-либо мнение, и в отсутствие свидетельств противоположного каждая группа ученых твердо придерживалась своей точки зрения. Вот в такой научной атмосфере в 1836 г. Марк Дакс представил свою, работу медицинскому обществу в Монпелье. Как мы уже знаем, его наблюдения, указывающие на особую роль левого полушария для речи, были оставлены без внимания.

Поворотный пункт: данные Поля Брока

В 1861 г. ситуация резко изменилась. На заседании Общества антропологов в Париже зять Буйо Эрнст Обуртен повторил утверждение своего тестя о том, что центр, контролирующий речь, находится в лобных долях. Его слова произвели впечатление на присутствовавшего здесь же молодого хирурга Поля Брока. Всего за несколько дней до этого в местную больницу к Броку поступил пожилой больной с воспалительным процессом на ноге. Это заболевание возникло совсем недавно* однако больному уже много лет страдал потерей речи и односторонним параличом (гемиплегия).

После заседания Общества антропологов Брока подошел к Обуртену и предложил ему вместе осмотреть больного. Через день-два после этого осмотра больной умер, и Броку удалось провести посмертное исследование мозга. Оно совершенно отчетливо выявило очаг повреждения, захвативший часть левой лобной доли. Брока принес этот препарат на следующее заседание антропологического общества и рассказал присутствующим о полученных данных. Никто, казалось, не обратил на это особого внимания.

Через несколько месяцев Брока снова доложил обществу, что он наблюдал сходное повреждение при вскрытии другого больного, страдавшего потерей речи. Какие перемены произошли в умах членов антропологического общества — неясно, но на этот раз доклад Брока был встречен с большим интересом и вызвал бурные дебаты. Вскоре Брока обнаружил, что его считают главным проповедником идеи локализации функций.

Однако его новые данные убедили не всех. Твердые противники концепции локализации обрушились на него с нападка. Если речь локализуется в лобных долях, то почему, спрашивали его, обезьяны, у которых хорошо развиты лобные области, не обладают способностью говорить? С другой стороны, как

18

Глава 1

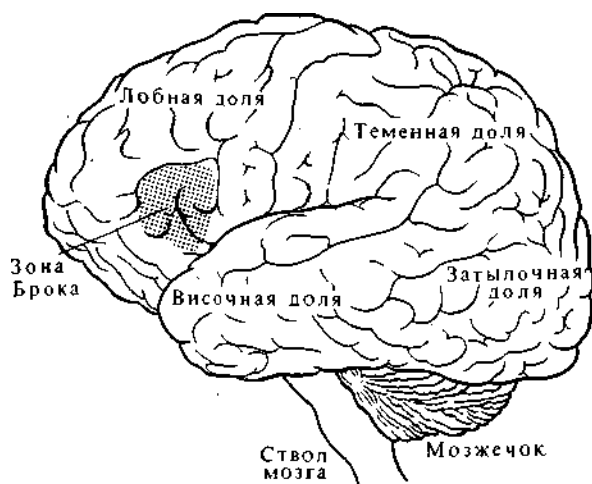


Рис. 1.3. Расположение "зоны Брока" в левом полушарии.

можно объяснить случаи обширного повреждения лобных долей, не вызывающего потери речи?

Мишенью для нападков стала даже терминология Брока. Он очень тщательно разграничивал потерю речи, обусловленную простым параличом мышц, участвующих в артикуляции, и истинную потерю речи, которую наблюдал у своих больных, — он назвал последнюю «афемией». Один из его критиков, М. Труссо, заявил, что слово «афемия» (arhemia) происходит от греческого слова, означающего «позорный» (infamous), и не подходит к данному случаю. По его мнению, более удачным термином для обозначения потери речи было слово «афазия». Хотя Брока умело защищал свой выбор, исследователи уже начали использовать терминологию Труссо и пользуются ею по сей день.

Брока стал невольным участником споров, вызванных его работой. Позднее он заявил, что два его сообщения Обществу антропологов были просто попыткой привлечь внимание к любопытному факту, который он случайно наблюдал, и что он вовсе не хотел быть втянутым в дискуссию о локализации центров речи. Несмотря на его протесты, Брока по-прежнему оставался центральной фигурой в этих спорах. Он продолжал собирать данные, обследуя других больных, и смог более точно определить область мозга, затронутую в случаях потери речи. Расположение этой области, которая с тех пор стала известна как зона Брока, показано на рис. 1.3.

Хотя у двух первых его больных повреждение было локализовано в лобной доле левого полушария, Брока не сразу уви-

Исторический обзор клинических данных

19

дел связь между потерей речи и *стороной* повреждения. В течение двух лет он не предпринимал никаких попыток объяснить это совпадение. Комментируя другие случаи, демонстрирующие то же самое взаимоотношение, он отметил: «Вот 8 случаев, когда повреждение располагается в задней части третьей лобной извилины, и самое интересное, что у всех этих больных повреждение было на левой стороне. Я не пытаюсь делать выводы, я жду новых данных» [7].

Однако к 1864 г. Брока уже не сомневался в значении левого полушария для речи.

Я был поражен тем, что у первых моих больных с афемией повреждение располагалось всегда не только в той же самой области мозга, но и на той же стороне — левой. С тех пор, сколько бы посмертных обследований я ни проводил, повреждение всегда было левосторонним. Можно наблюдать многих больных с афемией: большинство из них имеет геми-плегию, причем всегда правостороннюю. Более того, при вскрытиях можно было видеть повреждения на правой стороне мозга у больных, не страдавших афемией. Из всего этого складывается впечатление, что способность к артикулированной речи

локализована в левом полушарии или по крайней мере зависит в основном от этого полушария. [8]

Этот важный вывод вовлек Брока еще в один спор, на сей раз касавшийся приоритета в открытии этой основной асимметрии мозга. Врач Густав Дакс, сын Марка Дакса, вскоре после того, как узнал о работах Брока, написал в медицинскую газету письмо, в котором утверждал, что Брока намеренно проигнорировал более раннюю работу его отца, показывающую, что нарушающие речь повреждения всегда расположены в левой половине мозга. Брока опротестовал это обвинение, заявив, что он никогда не слышал ни о Даксе, ни о его работе, и не мог найти никакого упоминания о докладе, представленном Даксом в 1836 г. Тем временем Густав Дакс разыскал и опубликовал текст выступления своего отца с тем, чтобы установить его приоритет.

Историки расходились во мнениях о том, знал ли Брока о работе Марка Дакса в то время, когда опубликовал свою, и, вероятно, они никогда не решат этого вопроса. В конечном итоге Брока представил значительно более убедительные доводы в пользу связи между афазией и повреждением левого полушария, нежели Дакс. Дакс не проводил проверки локализации повреждения и не представил полных историй болезни. В противоположность этому, работы Брока содержали обширные анатомические сведения и информацию о характере имевшихся нарушений речи.

.20

Глава 1

Брока также пошел дальше, рассмотрев взаимосвязь между предпочтением одной из двух рук и речью. Он предположил, что и речь, и ловкость в движениях рук связаны с врожденным превосходством левого полушария у праворуких. «Можно представить себе, — рассуждал он, — что существует определенное число людей, у которых естественное превосходство извилин правого полушария изменяет явление, которое я только что описал, на обратное» [9]. Эти люди являются, конечно, леворукими. «Правило» Брока, заключающееся в том, что полушарие, контролирующее речь, расположено на стороне, противоположной ведущей руке, сохранило свое значение и в XX в. Брока можно с полным основанием считать первым человеком, обратившим внимание медиков на асимметрию человеческого мозга в отношении речи. Он был также первым, кто связал эту асимметрию с неравнозначностью правой и левой руки.

Концепция доминантности полушарий

Через десять лет после публикации первых наблюдений Брока концепция, известная теперь как *концепция доминантности полушарий*, стала основной точкой зрения на взаимоотношения между двумя полушариями мозга. В 1864 г. великий английский невролог Джон Хьюлингс Джексон писал: «Не так давно редко кто сомневался в том, что оба полушария одинаковы как в физическом, так и в функциональном плане, но теперь, когда благодаря исследованиям Дакса, Брока и „других“ стало ясно, что повреждение одного полушария может вызвать у человека полную потерю речи, прежняя точка зрения стала несостоятельной» [10].

Позднее, в 1868 г. Джексон выдвинул идею о «ведущем» полушарии, которую можно рассматривать как предшественницу концепции доминантности полушарий. «Два полушария не могут просто дублировать друг друга, — писал он, — если повреждение только одного из них может привести к потере речи. Для этих процессов (речи), выше которых ничего нет, наверняка должна быть одна ведущая сторона». Далее Джексон сделал вывод о том, «что у большинства людей ведущей стороной мозга является левая — сторона так называемой воли, и что правая сторона является автоматической» [11].

К 1870 г. и другие исследователи стали понимать, что многие типы расстройств речи могут быть вызваны повреждением левого полушария. В

первых работах, авторы которых уделяли основное внимание нарушениям в *формировании* речи, вызываемым повреждением левого полушария, остался незамеченным тот факт, что больные часто испытывали затруднения и в *понимании* речи. Заслуга открытия того, что повреждение задней части височной доли левого полушария может вызвать

Исторический обзор клинических данных

21

затруднения в понимании речи, принадлежит немецкому неврологу Карлу Вернике.

У некоторых больных были обнаружены также затруднения при чтении и письме, которые, как было показано, возникали в результате повреждения левого, а не правого полушария. Таким образом, к концу XIX в. сложилась следующая картина: левое полушарие играет чрезвычайно важную роль в языковых функциях вообще, а не только в формировании речи как таковой. Стало очевидно также, что разного рода затруднения в речи являются результатом повреждения различных¹ областей левого полушария.

Еще одним свидетельством в пользу представления о том, что левое полушарие обладает функциями, которых не имеет правое, стала работа Гуго Липмана по дисфункции, известной под названием *апраксия*. Апраксия обычно определяется как неспособность выполнять целенаправленные движения по команде¹. Больной с апраксией в привычной ситуации подготовки ко сну может не испытывать никаких затруднений при чистке зубов, но если его попросить показать, как он чистит зубы, то вне связи с ситуацией он не сможет воспроизвести те же движения.

Липман показал, что хотя такие нарушения не обусловлены общей неспособностью понимать речь, они связаны с повреждением левого полушария. Он сделал вывод, что левое полушарие управляет как речью, так и «целенаправленными» движениями, но в двух этих процессах участвуют различные области левого полушария.

Совокупность этих данных стала основой получившего широкое распространение представления о взаимоотношении между двумя полушариями. Одно полушарие (у праворуких обычно левое) рассматривалось как ведущее для речи и других высших функций, другое (правое), или «второстепенное», считали не имеющим особых функций и находящимся под контролем «доминантного» левого. Хотя происхождение термина «доминантность полушарий» точно не известно, он хорошо отражает понятие о том, что поведение направляется одной половиной мозга. Несмотря на то что это представление недооценивает роль правого полушария, термин «доминантность полушарий» широко используется и в настоящее время.

Правый мозг: недооцененное полушарие

Почти одновременно с распространением концепции доминантности полушарий стали появляться данные, указывающие на то, что правое, или второстепенное, полушарие также обла-

¹ Апраксия и другие клинические расстройства, рассмотренные в этой главе, более подробно обсуждаются в Приложении.

22

Глава 1

дает своими особыми способностями. Идея доминантности родилась из идеи Джексона о «ведущем» левом полушарии. Интересно, что Джексон был также одним из первых, кто считал, что односторонний, крайний взгляд на локализацию в мозге психических функций ошибочен. «Если в дальнейшем, — писал он в 1865* г., — на основе большего опыта будет доказано, что способность экспрессии локализована в одном полушарии, то возникновение вопроса о том, не может ли восприятие — соответствующая экспрессии противоположность — находиться в другом, не будет абсурдом» [12].

Эти умозрительные рассуждения приобрели более конкретную форму спустя

11 лет, когда Джексон выступил с утверждением о том, что в задних долях мозга локализована способность к формированию зрительных образов и что «правая задняя доля является ведущей стороной, а левая — более автоматической» [13]. Джексон сделал свой вывод на основе наблюдения за больным с опухолью в правом полушарии, который испытывал затруднения в узнавании предметов, людей и мест. Но как и важное наблюдение Дакса, сделанное за 40 лет до этого, мысль Джексона намного опередила свое время. Хотя иногда появлялись и другие сообщения подобного рода, этим данным в большинстве случаев уделяли мало внимания. Исследователи интересовались в основном локализацией различных функций в левом полушарии и игнорировали правое.

Однако к 1930 г. накопилось достаточно много данных, указывающих на особую роль правого полушария, что заставил ученых пересмотреть свое отношение к функциям второстепенной половины мозга.

Зрительно-пространственные способности правого полушария

Важным событием было открытие значительных и довольно стойких различий в способах выполнения стандартных психологических тестов больными с повреждением левого и правого полушарий. Первоначально эти тесты были разработаны для того, чтобы изучать и сравнивать вербальные способности, понимание пространственных взаимоотношений и способности манипулировать с геометрическими формами у нормальных людей.

Первая серьезная попытка применить эти тесты для изучения последствий повреждений мозга включала обследование свыше 200 больных по более чем 40 различным тестам — на обследование одного больного уходило в среднем 19 часов [14]. Результаты этого и последующих исследований были впечатляющими. Оказалось, что повреждение левого полушария приводит, как правило, к низким показателям по тестам

Исторический обзор клинических данных

23

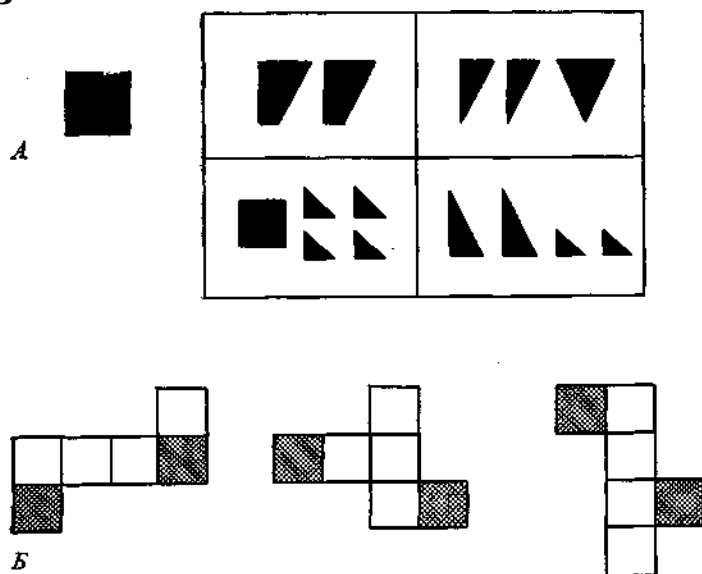


Рис. 1.4. Тесты на зрительное восприятие пространственных отношений. А. Из какого набора фигур, заключенных в рамки, можно составить квадрат, который показан слева? Б: Если сложить эти развертки в кубы, в каком (каких) из них темные грани образуют одно общее ребро?

на вербальные способности. Хотя это само по себе не вызывало особого удивления, было также обнаружено, что больные с повреждением правого полушария, как правило, плохо выполняли невербальные тесты, включавшие манипуляции с геометрическими фигурами, сборку головоломок, восполнение недостающих частей рисунков или фигур и другие задачи, связанные с оценкой формы, расстояния и пространственных отношений. Два теста на зрительно-пространственные способности показаны на рис. 1.4.

Самое поразительное свидетельство особой функции правого полушария было получено при непосредственном наблюдении за поведением больных. У больных с повреждением правого полушария отмечались глубокие нарушения ориентации и сознания. Такие больные настолько плохо ориентировались в пространстве, что были не в состоянии найти дорогу в доме, в котором прожили много лет. У некоторых из них был выражен синдром «односторонней пространственной агнозии» — они стойко не замечали предметов или событий по левую сторону от себя.

С повреждением правого полушария были связаны также определенные виды *агнозий*, т. е. нарушений в узнавании или восприятии знакомой информации. Пространственная агнозия

24

Глава I

характеризуется дезориентацией в том, что касается оценки пространственных отношений и определения местонахождения. У некоторых больных с повреждением правого полушария нарушена способность воспринимать глубину и пространственные взаимоотношения или оперировать в уме образами планов строения и фигур.

Одной из самых интересных форм агнозии является агнозия на лица. Больной с такой агнозией не способен узнать знакомого лица, а иногда вообще не может различать людей. Это довольно специфическое нарушение. Узнавание других ситуаций и объектов, например, может быть при этом не нарушено. Эта форма была обнаружена в тех случаях, когда имелось повреждение обоих полушарий мозга, хотя некоторые исследователи утверждали, что это расстройство связано в основном с повреждением правого полушария [15].

Роль правого полушария в музыкальных способностях

Дополнительные сведения, указывающие на специализацию правого полушария, связаны с тем наблюдением, что у больных, страдающих тяжелыми нарушениями речи, часто сохраняется способность петь. Один из первых зарегистрированных случаев такого рода был описан в 1745 г.

...у него был сильный приступ болезни, который привел к параличу всей правой стороны тела и полной потере речи. Он может петь некоторые гимны, которые он выучил до болезни, так же ясно и отчетливо, как любой здоровый человек... Тем не менее этот человек нем, он не может сказать ни единого слова, кроме «да», и вынужден общаться с другими при помощи знаков. [16]

О подобных же случаях сообщалось в начале девятисотых годов, и это дает основание предположить, что правое полушарие контролирует пение.

Другие данные, согласующиеся с этой идеей, содержались в клинических сообщениях о том, что повреждение правой половины мозга может привести к утрате музыкальных способностей, не затронув речевых. Это расстройство, называемое *амузией*, чаще всего отмечалось у профессиональных музыкантов, перенесших инсульт или другие повреждения мозга. К 1930-м годам в медицинской литературе было описано уже много таких больных, которые страдали разными нарушениями музыкальных способностей после повреждения правого полушария. Сообщения о сходных нарушениях вследствие повреждения левого полушария встречались реже, и это снова позволяет предположить, что правое полушарие каким-то существенным образом связано с музыкальными способностями»

Исторический обзор клинических данных

25

Почему «открытие» правого мозга заняло так много времени?

Все эти данные показывают, что представление о правом полушарии как о второстепенном, или пассивном, полушарии не соответствует действительности. Почему же только через 70 лет после опубликования данных Брока большинство ученых признало, что правое полушарие контролирует важные функции? Это может быть обусловлено несколькими причинами. Прежде всего создавалось впечатление, что правое полушарие

может переносить более обширные повреждения без очевидных нарушений функций. Небольшое повреждение отдельных областей левого полушария приводило к резким нарушениям речи, тогда как аналогичное повреждение правого полушария не вызывало, казалось, каких бы то ни было серьезных дисфункций. Это различие рассматривалось вначале как признак того, что правое полушарие играет менее важную роль в поведении человека. Однако позднее было высказано предположение, что это различие отражает просто способ организации функций в правом полушарии: определенные процессы в нем распределены более диффузно, чем в левом [18].

Более вероятной причиной медленного осознания значения правого полушария представляется то, что нарушения функций, вызванные поражением правого полушария, труднее поддавались анализу и не вписывались в традиционные понятия о функциях мозга. Повреждения правого полушария в большинстве случаев не приводят к полной потере каких-либо определенных способностей, а вызывают довольно тонкие нарушения поведения. Некоторые из дисфункций, возникающих при поражении правого полушария, не так легко определить, как затруднения, связанные с повреждением левого полушария. Они часто оставались незамеченными или маскировались более очевидными физическими расстройствами, обнаруживаемыми у большинства пострадавших от инсульта. Важно помнить о том, что самым тяжелым последствием инсульта является часто вызываемый им паралич. Паралич становится обычно главным недугом больного. Травматическое повреждение мозга вследствие несчастного случая или огнестрельного ранения также сопровождается осложнениями, которые затрудняют выделение тонких интеллектуальных расстройств из множества других дисфункций.

Несмотря на то что роль правого полушария проявляется не так ярко, оно все же принимает существенное участие в организации поведения человека. В настоящее время совершенно ясно, что оба полушария вносят свой важный вклад в сложную умственную деятельность человека, хотя они и отличаются определенным образом по своим функциям и организации.

Глава 1

Неравнозначность рук и полушария

В науке часто случается так, что только что получившее широкое признание представление тут же подвергается сомнению в свете новых данных. Мы уже видели, как данные, касающиеся роли правого полушария, поставили под вопрос справедливость крайних взглядов на доминантность полушарий. Точно так же вскоре после того, как Брока предложил «правило», связывающее афазия с повреждением полушария, противоположного ведущей руке, было показано, что оно является чрезмерным упрощением.

Это правило хорошо объясняло связь между поражением левого полушария и афазией у праворуких. Леворукие же, как оказалось, образуют две группы: у членов одной группы центры речи расположены в полушарии, противоположном ведущей руке (как предсказывал Брока), а у представителей другой группы речевые функции локализовались в левом полушарии. Существование второй группы было открыто в результате наблюдения за лево-рукими больными, у которых афазия возникла вследствие повреждения левого полушария. Эти случаи, называемые *перекрестной афазией*, довольно ярко демонстрируют, что в плане функциональной организации леворукость не всегда является просто противоположностью праворукости [19].

Соотношение между «рукостью» и функциональной межполушарной асимметрией остается одним из самых важных вопросов, который пытаются разрешить исследования организации мозга, и мы еще не раз вернемся к нему в других разделах этой книги.

Дополнительные данные, полученные в клинике

Для того чтобы завершить наш краткий обзор клинических данных, внесших

вклад в понимание функциональной межполушарной асимметрии, следует упомянуть о двух высокоспециализированных нейрохирургических методах, которые были разработаны в 1930—40-е годы. Они предназначались для того, чтобы определить перед операцией по поводу эпилепсии, какое из полушарий контролирует речевую и языковую функции у данного больного. Эти методы значительно расширили наши знания о межполушарной асимметрии функций в целом.

Прямое раздражение полушарий электрическим током

Эпилепсия — заболевание, связанное с генерацией в мозге патологической электрической активности, — имеет различные формы внешнего проявления, начиная от кратковременной (на 1—2 с) потери сознания и кончая генерализованным», судоро-

Исторический обзор клинических данных

27

гами. Во время эпилептического припадка патологическая электрическая активность часто возникает в какой-то определенной части мозга, а затем распространяется на другие области.

В начале тридцатых годов Уайлдер Пенфилд и его коллеги в Институте неврологии в Монреале впервые применили для лечения эпилепсии, не поддающейся лекарственной терапии, операцию удаления области мозга, в которой зарождается патологическая активность. Хотя во многих случаях операция давала эффект, хирурги очень неохотно применяли ее в тех случаях, когда подлежащая удалению ткань располагалась вблизи областей, контролирующих речь и ' другие языковые функции. Они не хотели затрагивать эти области, чтобы уменьшить вероятность вызвать взамен одного тяжелого заболевания (эпилепсии) другое (афазию). Сам Пенфилд точно описывает ситуацию, в которой находился он и его коллеги:

Двадцать пять лет назад мы начали лечить очаговую эпилепсию путем радикального хирургического иссечения аномальных областей мозга. Вначале мы отказывались проводить радикальные операции на доминантном полушарии, если только пораженная область не находилась впереди в лобной доле или сзади в затылочной доле. Как и другие нейрохирурги, мы боялись, что удаление коры в других частях этого полушария может вызвать афазию. Литература по афазии не давала четких указаний относительно того, что можно, а что нельзя удалять без вредных последствий для больного. [20]

Очевидно, требовалось найти метод точного определения расположения центров, контролирующих речевую и языковую функции у данного больного. Столкнувшись с этой проблемой, Пенфилд и его коллеги разработали методику, позволяющую картировать эти области с помощью прямого раздражения мозга во время операции электрическим током.

Прямое раздражение обнаженного мозга не было чем-то совершенно новым. Предварительные исследования, проводившиеся в начале XX в., показали, что, поскольку сам мозг не содержит болевых рецепторов, больной может оставаться в полном сознании в то время, когда нейрохирург удаляет под местной анестезией часть черепной кости и прикладывает слабые электрические токи непосредственно к поверхности мозга. Используемый для этого электрод можно было перемещать, раздражая различные области. Полученные данные показали, что раздражение электрическим током определенных областей мозга заставляет больного видеть, слышать, чувствовать запах или испытывать какие-то простые ощущения. Раздражение других областей вызывало произвольные двигательные реакции, та-

28

' Глава 1

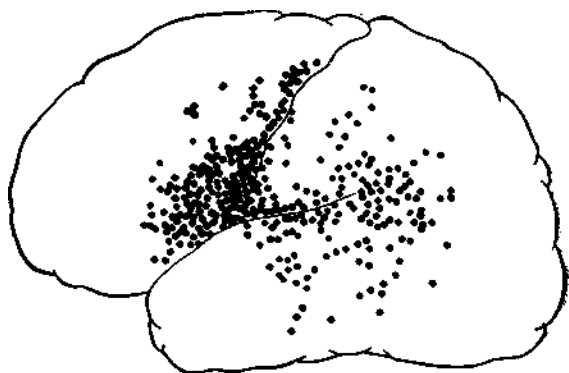


Рис. 1.5. Точки на поверхности левого полушария, раздражение которых электрическим током вызывает расстройства речи: полную остановку речи, заикание, проглатывание слов, повторение слов и неспособность назвать объекты [20].

кие как движение руки или ноги. Основным вкладом монреальских исследователей было использование прямого раздражения электрическим током в качестве средства для определения локализации центров, контролирующих речь и языковые функции у данного индивидуума¹.

В типичной процедуре картирования речевых областей с помощью электрического раздражения больной и хирург отделены друг от друга навесом, сооруженным из хирургических простыней. Третье лицо, выполняющее роль наблюдателя, сидит вместе с больным под навесом. Когда электрический ток прикладывается к области мозга, в норме управляющей речью, больной теряет способность говорить. Это нарушение называется *афазической остановкой*.

Эти области можно определить при участии наблюдателя, который показывает больному ряд картинок и просит его назвать каждую из них. Нейрохирург слышит ответ и может передвигать электрод по поверхности мозга для того, чтобы обнаружить области, при раздражении которых больной не может отвечать. Чтобы отметить раздражаемые области и ответы больного, на мозг в точке наложения электрода помещают маленькие стерильные квадратики бумаги. Во время всей этой процедуры больной находится в полном сознании, но не знает,

¹ Их работа имела также ^{ажное} значение для понимания способов хранения в мозгу памяти, но мы не будем здесь это рассматривать. Заинтересованный читатель может обратиться к книге У. Пенфилда и Л. Робертса «Речь и механизмы мозга» [20]—увлекательному, прекрасно написанному обзору тридцатилетних исследований эффектов раздражения мозга, проводившихся в Институте неврологии в Монреале.

Исторический обзор клинических данных

29'

когда и куда будет поставлен электрод. Картирование занимает около 15 мин — незначительное время По сравнению с длительностью самой операции, которая может продолжаться несколько часов. На рис. 1.5 отмечены точки левого полушария, раздражение которых вызывало нарушение речи.

Афазическая остановка в результате раздражения определенной зоны мозга является верным признаком того, что эта зона входит в речевую область полушария, специализированного для языковых функций. Пенфилд отмечает, что афазическая ■ остановка никогда не сопровождает раздражение различных, точек на поверхности половины мозга, неспециализированной для языковых функций.

В Институте неврологии в Монреале прямое раздражение мозга электрическим током произвели сотням больных; полученные этим методом данные имели огромное теоретическое И' практическое значение для изучения локализации функций В' пределах одного полушария. Другой тест, который называют тестом Вада, по имени его автора Джун Вада, имел

большое значение для изучения распределения функций' между полушариями.

Тест Вада: «наркоз полушария»

Тест Вада состоит во временном наркозе каждого из полушарий, вызываемом в разные дни до операции для того, чтобы-нейрохирург мог узнать, какое полушарие в норме контролирует речевые способности [21]. Первый этап теста — введение тонкой трубки в сонную артерию на одной стороне шеи больного. Через эту трубку нейрохирург может затем вводить & артерию амитал-натрий. Каждая сонная артерия снабжает соответствующее полушарие. Таким образом, амитал-натрий,. введенный в правую артерию, попадает в правое полушарие. Препарат относится к группе барбитуратов, применяемых в качестве снотворных. Благодаря способу его введения в тесте Вада амитал-натрий оказывает снотворное действие только на одну половину мозга.

Перед введением вещества больного, находящегося в полном сознании, просят лечь на спину и считать от 100 назад, называя каждое третье число. Больного просят также во время счета держать обе руки поднятыми вверх. Затем вещество через трубку медленно вводят в сонную артерию. Через несколько секунд после инъекции происходят драматические изменения.

Во-первых, бессильно падает рука, противоположная стороне инъекции. Поскольку каждая половина мозга управляет противоположной стороной тела, падение руки говорит нейрохирургу о том, что вещество достигло соответствующего полуша-

30

Глава 1

рия и оказало свое действие. Во-вторых, больной обычно перестает считать либо на несколько секунд, либо на все время действия вещества в зависимости от того, какое полушарие подвергается его действию. Если вещество вводится на стороне полушария, контролирующего речь, больной остается безмолвным в течение 2—5 мин в зависимости от введенной дозы. Если оно вводится на другой стороне, больной, как правило, через несколько секунд возобновляет счет и может с небольшими затруднениями отвечать на вопросы, пока вещество еще инактивируется другой половиной мозга.

Тест Вада, как и метод прямого раздражения электрическим током, оказался очень полезным для определения полушария, контролирующего речь и языковые функции у больного, которого готовят к операции. Оба эти метода дали исследователям ценную информацию о соотношении между «ру-костью» и межполушарной асимметрией и о влиянии на асимметрию повреждения мозга в раннем периоде жизни.

Например, в результате этих исследований определили, что более чем у 95% праворуких, не имевших ранних повреждений мозга, речь и языковые функции контролируются левым полушарием. У остальных речь контролировалась правым полушарием. Вопреки правилу Брока, у большинства леворуких также обнаруживали расположение речевых центров в левом полушарии, но их было меньше, чем среди праворуких (около 70%). Приблизительно у 15% леворуких речевые центры находились в правом полушарии, а у других (около 15%) обнаруживались признаки управления речью со стороны обоих полушарий (двусторонний контроль речи) [22].

С помощью метода Вада были собраны также данные о -больных, про которых было известно, что в раннем периоде жизни они перенесли повреждение левого полушария. Среди этих больных встречалось значительно больше лиц с расположением центров речи в правом полушарии или в обоих; в эти две категории входило 70% леворуких и 19% праворуких больных. Эти данные указывают на приспособительные свойства мозга и на ограниченное значение ведущей руки как показателя мозговой организации, особенно у леворуких.

Ограниченность клинических данных

Мы закончим эту главу некоторыми замечаниями по поводу старой и все еще спорной проблемы определения функций отдельных областей мозга. Клинические наблюдения больных с повреждениями мозга стали основой большинства наших представлений о связи человеческого поведения с функциями мозга. Однако интерпретация этих наблюдений всегда была сопряжена с трудностями и часто подвергалась критике. Основная Исторический обзор клинических данных

3)

проблема состоит в том, что не существует простого способа выяснить взаимосвязь между функцией пораженного участка мозговой ткани и теми расстройствами, которые возникают у больного, по-видимому, в результате повреждения.

Логика наиболее ранних представлений была простой: то, чего не может сделать больной, в норме контролировалось той областью мозга, которая повреждена. Если, например, у больного было определенное повреждение и он не мог видеть, то считали, что поврежденная область контролирует зрение. Если у кого-то была поражена другая область и он не мог понимать устной речи, говорили, что затронутая область ответственна за понимание речи.

Такой подход оказался слишком упрощенным. Прежде всего, большинство процессов, имеющих такие лаконичные названия, как зрительное восприятие, формирование речи, произвольное движение или память, на самом деле являются результатом множества сложных взаимодействий в мозге. Распределены ли они диффузно на обширных областях мозга или приурочены к определенным областям, зависит, по-видимому, от того, какую функцию мы изучаем, как точно мы ее определяем и насколько нам удастся подобрать тесты так, чтобы они оценивали действительно то, что мы предполагаем. Практически любое довольно ограниченное повреждение мозга нарушает, вероятно, только один этап или фазу какого-то более сложного процесса. Оно, вероятно, нарушает также течение более чем одного процесса. Нередко можно видеть, что повреждение определенной области мозга приводит к дефициту в ряде различных функций.

Здесь, возможно, уместно привести грубую аналогию. Представьте, что вы пытаетесь понять функции различных деталей радиоприемника, вынимая их и наблюдая, как их отсутствие сказывается на его работе. Это была бы действительно очень трудная задача. Точно так же знания о роли определенных областей мозга, которые мы получаем, изучая последствия повреждений мозга, являются приблизительными и полезны в наибольшей мере только в сочетании со знаниями о функциях мозга, полученными другими способами.

Другая важная проблема, встающая при определении функций мозга на основании клинических данных, состоит в том, что мозг при повреждении склонен приспосабливаться, насколько» это возможно, работать наилучшим образом. Мы не можем предположить, что оставшиеся интактными области поврежденного мозга работают так же, как они работали бы в нормальном мозге. Здесь нет такой ситуации, когда при утрате одной части все остальные функционируют, как и прежде. В большинстве случаев повреждения мозга с течением времени наблюдается некоторое, а иногда довольно ярко выражен-

32

Глава 1

ное восстановление функций. Оно может быть связано с изменениями в неповрежденных областях и являться данью приспособляемости мозга. Эта пластичность — поразительное и, очевидно, **очень** полезное свойство, но оно усложняет задачу тем, кто пытается сделать выводы о функциях мозга на основании клинических данных.

По этим причинам ученые искали другие способы изучения функций левого и правого мозга. Другие подходы необходимы как для подтверждения выводов

из данных по патологии мозга, так и для того, чтобы увеличить наши знания с помощью методов исследования, не связанных с грубым вторжением в нормальную функцию. Мы рассмотрим некоторые из этих подходов в следующих главах.

Резюме

Представления о роли двух полушарий мозга прошли путь от идеи об участии всего мозга в выполнении каждой функции до понятия о доминантности левого полушария и до современного представления о том, что оба полушария вносят важный вклад в организацию поведения благодаря своим особым способностям; клинические данные, несмотря на их ограниченность, дали существенные сведения о левом и правом мозге. Повреждение одного полушария приводит к нарушениям, отличным от тех, которые возникают при повреждении другого полушария. Эти различия достаточно убедительно говорят о том, что каждое полушарие вносит свой вклад в целостное поведение человека, выполняя определенные специализированные функции. Кроме того, специализация существует и внутри каждого полушария, так как повреждение определенных зон может довольно избирательно влиять на поведение.

Представленные в этой главе клинические данные составляют только часть наметившейся картины внутримозговой специализации. Теперь мы рассмотрим, как другие подходы к исследованию привели и приводят к дальнейшему проникновению в механизмы работы левого мозга, правого мозга и их обоих вместе.

Глава 2

Исследование расщепленного мозга

В 1940 г. в одном из научных журналов появилась статья, в которой описывались опыты по распространению эпилептических разрядов от одного полушария к другому в мозгу обезьяны [1]. Автор сделал вывод о том, что распространение осуществляется в значительной степени или целиком через мозолистое тело, самую массивную из нескольких *комиссур* — пучков нервных волокон, соединяющих левое полушарие с соответствующими областями правого. Несколько раньше другие исследователи заметили, что повреждение мозолистого тела развивающейся опухолью или другими факторами иногда снижало число судорожных припадков у больных эпилепсией [2]. Совокупность этих данных подготовила почву для разработки нового способа лечения больных эпилепсией — операции расщепления мозга, производимой в тех случаях, когда другие способы оказывались неэффективными.

Операция расщепления мозга, или *комиссуротомия*, состоит в хирургическом рассечении некоторых путей, соединяющих два полушария мозга. Первые операции такого рода, направленные на облегчение состояния больных эпилепсией, были сделаны в начале 40-х годов примерно двум десяткам больных. Впоследствии эти больные дали ученым первую возможность провести систематическое исследование роли мозолистого тела в мозгу человека — вопроса, обсуждавшегося в течение нескольких десятилетий.

Мозолистое тело представляло собой загадочную структуру для исследователей, надеявшихся обнаружить функции, соответствующие его значительным размерам и локализации в стратегически важной области мозга. Исследования на животных показали, однако, что для здорового организма последствия операции расщепления мозга минимальны. Например, поведение обезьян с расщепленным мозгом никак не отличалось от поведения этих же животных до операции. Явное отсутствие каких-либо заметных изменений после комиссуротомии позволило некоторым ученым в шутку предположить, что единственная функция мозолистого тела состоит в том, чтобы удерживать вместе две половины мозга, не давая им «развалиться».

О последствиях расщепления мозга в философском плане еще в XIX в. размышлял Густав Фехнер [3], которого многие считают отцом экспериментальной психологии. Фехнер рассматривал сознание как атрибут мозговых полушарий и полагал, что целостность мозга является существенным условием единства сознания. Если можно было бы разделить мозг по средней линии, рассуждал он, то это привело бы к чему-то вроде удвоения личности. «Два полушария мозга, — писал он, — обладающие вначале одинаковыми настроениями, склонностями, знаниями, одной памятью и, конечно, сознанием в целом, будут впоследствии развиваться порозному, в зависимости от внешних взаимоотношений, в которые каждое из них будет вступать» [3]. Фехнер полагал, что этот «мысленный эксперимент» по разделению полушарий невозможно осуществить в действительности.

Взгляды Фехнера на природу сознания не миновали критики. Уильям Мак-Дугалл (W. McDougall), основатель Британского общества психологов, убежденно выступал против положения о том, что единство сознания зависит от целостности нервной системы. Чтобы доказать свою правоту, Мак-Дугалл предложил сделать ему перерезку мозолистого тела в случае, если он заболеет неизлечимой болезнью. Он хотел, очевидно, показать, что его личность не раздвоится и сознание останется единым.

Мак-Дугалл так никогда и не получил возможности подвергнуть свои идеи проверке опытом, но операция, о которой Фехнер думал как о чем-то невозможном, впервые была осуществлена спустя почти столетие. Вопросы, поднятые двумя этими людьми, были среди тех, которые изучались на больных с расщепленным мозгом.

Перерезка 200 миллионов нервных волокон. Последствия

Первые операции расщепления мозга на людях

Первые операции расщепления мозга произвел в начале 40-х годов нейрохирург из Рочестера Уильям Ван Вэгген (W. Van Wagenen). Послеоперационное исследование, проведенное Эндрью Акелаитисом [4], показало удивительно мало в плане дефицита перцептивных и двигательных функций. Операция, по-видимому, совершенно не повлияла на повседневное поведение больных. К сожалению, операция мало что дала и для облегчения того состояния, по поводу которого она предпринималась. Эффект ослабления судорог у разных больных сильно варьировал.

Ретроспективно оценивая эти данные, можно предположить, что вариабельность была обусловлена двумя причинами:

Исследование расщепленного мозга

35

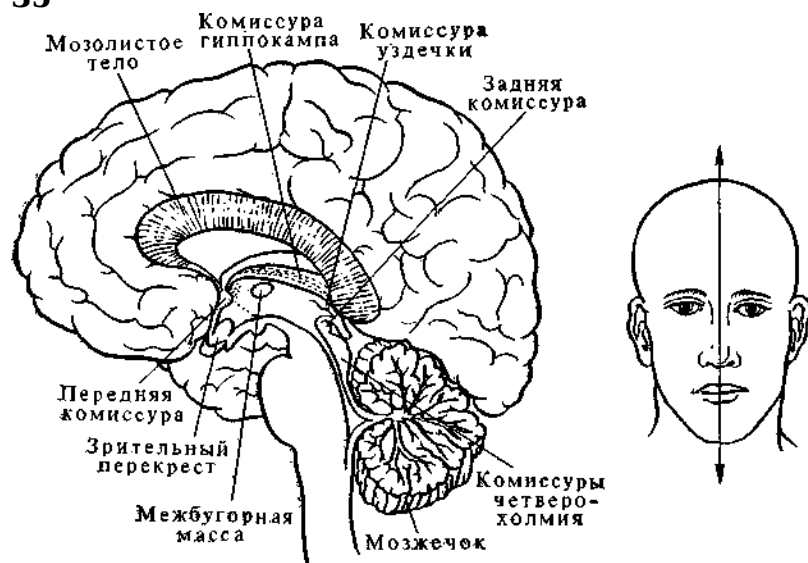


Рис. 2.1. Основные межполушарные комиссуры. Вид правой половины мозга на срединном сагиттальном срезе (S, perry R W. The Great Cerebral Comissure,

1964).

1) индивидуальными различиями в природе эпилепсии у больных; 2) разнообразием действительных операций, произведенных каждому из больных. На рис. 2.1 показано мозолистое тело и соседние, менее крупные комиссуры. Операции Ван Вэ-генена значительно различались одна от другой, но обычно они включали рассечение передней половины мозолистого тела. У двух больных он перерезал также отдельный пучок волокон, известный под названием *передней комиссуры*.

В то время значение этих факторов не было известно, и Ван Вэгенен вскоре перестал производить комиссуротомию в случаях не поддающейся лечению эпилепсии. Было ясно, что она не дает тех существенных эффектов, на которые он надеялся. Несмотря на эти обескураживающие результаты, другие исследователи продолжали изучать функции мозолистого тела на животных. Спустя десятилетие, в начале пятидесятых годов, Рональд Майерс и Роджер Сперри сделали замечательное открытие, которое стало поворотным пунктом в истории исследования этой загадочной структуры.

Майерс и Сперри показали, что зрительная информация, предъявленная одному полушарию мозга кошек с перерезанным мозолистым телом, недоступна для другого полушария [5]. У большинства высших животных зрительная система

36

Глава 2

устроена так, что каждый глаз в норме дает проекцию на оба полушария. Однако путем перерезки на уровне перекреста зрительного нерва, называемого хиазмой, экспериментатор может ограничить посылку информации от глаза только одноименным (ипсилатеральным) полушарием. Зрительный вход от левого глаза направляется лишь к левому полушарию, а вход на правый глаз — только к правому.

Майерс производил эту операцию на кошках, а затем обучал их выполнять задачу на различение зрительных стимулов, накладывая на один глаз повязку. Задача на различение стимулов включает, например, обучение животного нажимать на рычаг, если оно видит круг, и не нажимать, если ему предъявляется квадрат. Даже если обучение происходит в условиях, когда один глаз закрыт, нормальная кошка впоследствии может выполнить эту задачу, воспринимая стимулы любым глазом. Майерс обнаружил, что кошки с перерезанным зрительным перекрестом также способны выполнить эту задачу после обучения с одним завязанным глазом. Однако, если кроме зрительного перекреста он перерезал еще и мозолистое тело, то получались совершенно иные результаты.

Если у кошки один глаз был открыт, а другой завязан во время обучения, она хорошо справлялась с задачей, но когда повязку переносили на другой глаз, она уже не могла выполнить требуемых действий. На самом деле нужно было снова обучать ее выполнять ту же задачу, затрачивая на обучение то же время, что и в первый раз. Майерс и Сперри сделали вывод, что перерезка мозолистого тела не дает возможности информации, поступающей к одному полушарию, переходить в другое. В сущности, они обучали только одну половину мозга. На рис. 2.2 схематически показаны различные условия их экспериментов.

Эти данные, а также некоторые дальнейшие исследования заставили двух нейрохирургов, работавших поблизости от Калифорнийского технологического института, заново пересмотреть возможность использования операции расщепления мозга для лечения тяжелых форм эпилепсии у людей. Хирурги Филипп Фогель и Джозеф Боген решили, что некоторые из прежних операций не дали положительных результатов потому, что разъединение полушарий было неполным. Как упоминалось выше, операции Ван Вэгенена, сделанные разным больным, были неодинаковыми.

Иногда оставались неперерезанными некоторые части мозолистого тела и небольшие ко-миссуры; и эти оставшиеся волокна, возможно, связывали полушария в достаточной степени для того, чтобы замаскировать эффект перерезки. На основании этих рассуждений и новых данных на животных, показавших отсутствие вредных последствий операции, Боген и Фогель осуществили полную комиссуротомию.

Исследование расщепленного мозга

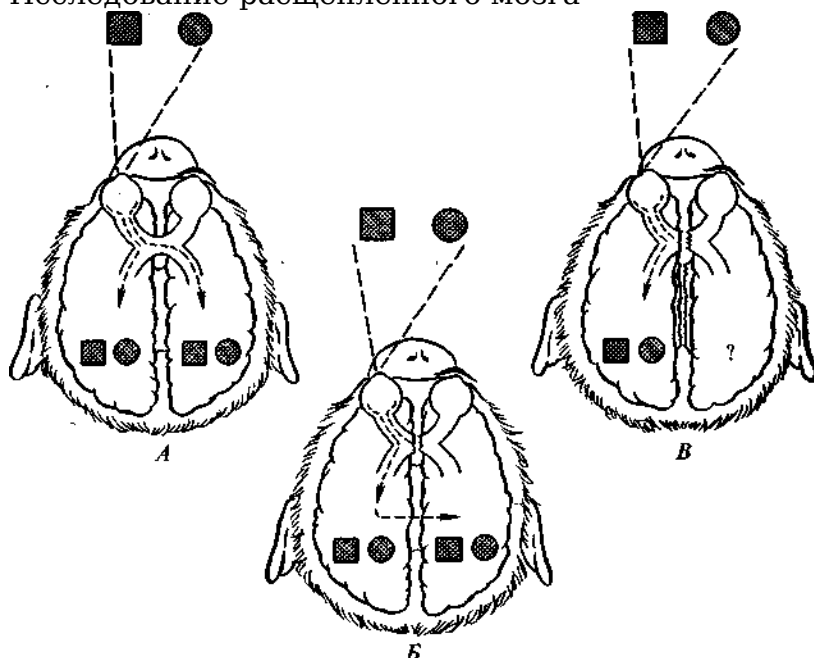


Рис. 2.2. Эксперимент с расщеплением мозга у животных. В нормальных условиях стимул воспринимают оба глаза и оба полушария. В эксперименте эту ситуацию изменяют следующими способами. А. Если завязывают один глаз, другой все еще посылает информацию к обоим полушариям. Б. Если завязывают один глаз и перерезают зрительный перекрест, зрительная информация все еще поступает к обоим полушариям через мозолистое тело. В. Если завязывают один глаз и перерезают зрительный перекрест вместе с мозолистым телом, зрительную информацию получает только одно полушарие.

суротомию у первого больного из новой группы страдавших от не поддающейся лечению эпилепсии.

Рассуждения Богена и Фогеля оказались правильными. В некоторых случаях улучшение состояния больных после операции даже превзошло ожидания. Поразительным было то, что в отличие от влияния на судорожную активность операция, казалось, не изменяла личности, интеллекта и поведения вообще, как это было и с больными Ван Вэггенена. Однако более обширное и тщательное исследование, которое провели Майкл Газзанига и Роджер Сперри, вскоре обнаружило, что дело обстоит значительно сложнее.

Тестирование последствий разделения полушарий

Больная Н. Дж., домохозяйка из Калифорнии, сидит перед экраном, в центре которого находится небольшая черная точка. Ее просят смотреть прямо на эту точку. После того как экс-

88

Глава 2

периментатор убедился, что она это делает, на экране справа от точки на мгновение вспыхивает изображение чашки. Н. Дж. сообщает, что она видела чашку. Ее снова просят фиксировать взгляд на точке. На этот раз изображение ложки вспыхивает слева от точки. Больную спрашивают, что она видела теперь. Она отвечает: «Ничего». Тогда ее просят завести левую руку за экран и выбрать на ощупь из нескольких предметов тот, который ей только что

предъявляли. Ее левая рука ощупывает каждый предмет и затем берет ложку. Когда больную спрашивают, что она держит в руке, она отвечает: «Карандаш».

И снова больную просят фиксировать взгляд на точке. Слева от точки вспыхивает изображение обнаженной женщины. Лицо Н. Дж. слегка краснеет, и она начинает хихикать. Ее спрашивают, что она видела. Она говорит: «Ничего, просто вспышку света» — и опять хихикает, прикрывая рот рукой. «Почему же тогда вы смеетесь?» — спрашивает исследователь. «Ой, доктор, ну и машина у вас» — отвечает она.

Только что описанная процедура, изображенная на рис. 2.3, часто используется для исследования больных с расщепленным мозгом. Больной сидит перед тахистоскопом — прибором, который позволяет исследователю точно контролировать время, в течение которого изображение проецируется на экран. Изображение удерживается недолго, примерно в течение 0,1—0,2 с (100—200 мс), чтобы у больного не было времени переместить взгляд с точки фиксации, пока изображение еще на экране¹. Эта процедура необходима для уверенности в том, что зрительная информация изначально предъявляется только одному полушарию. Стимулы, предъявляемые одному полушарию, называют латерализованными.

Нервная система человека устроена так, что каждое полушарие мозга получает информацию главным образом от противоположной стороны тела. Этот принцип контралатеральной, проекции относится как к зрению и слуху, так и к движениям тела и ощущению прикосновения (соматосенсорная информация), хотя со зрением и слухом ситуация более сложная.

В зрении принцип контралатеральной проекции относится не столько к правому и левому глазу, сколько к правой и левой стороне поля зрения. Когда взгляд обоих глаз фиксирует-

¹ Быстрые движения глаз, которые имеют место при разглядывании, когда взгляд перемещается от одной точки к другой, называются саккадическими движениями, или саккадами. Хотя саккады осуществляются чрезвычайно быстро, для того чтобы начать эти движения, требуется около 200 мс. Если стимул предъявляется на более короткое время, то к тому моменту, когда движение глаз произойдет, стимула на экране уже не будет.

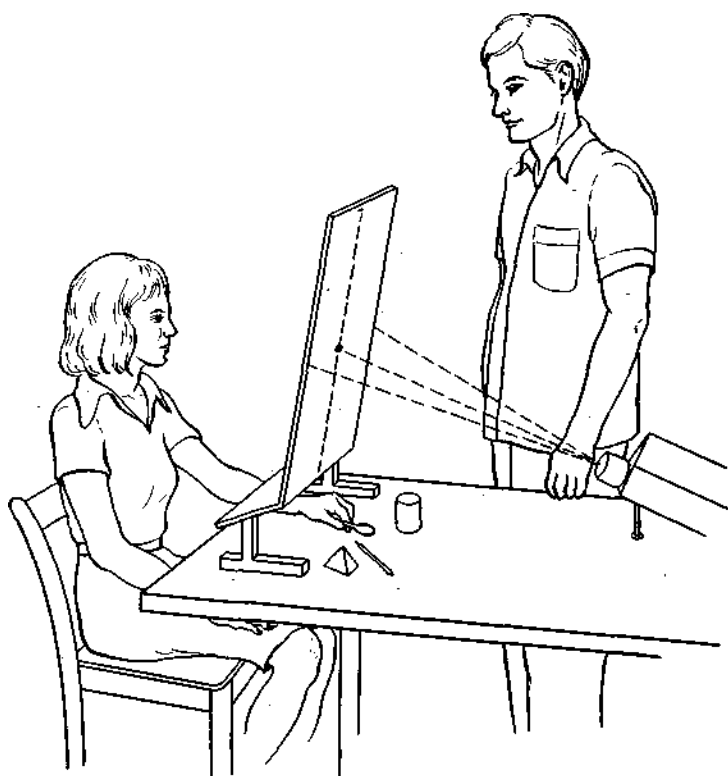


Рис. 2.3. Основные приспособления, используемые для латерализации зрительной и осязательной информации и для получения от испытуемого ответа, основанного на осязательных ощущениях.

ся в одной точке, стимулы, появляющиеся справа от точки фиксации, регистрируются левой половиной мозга; правая половина мозга воспринимает все, что появляется слева от точки фиксации. Это разделение и перекрещивание зрительной информации является следствием распределения между полушариями нервных волокон, идущих от соответствующих областей обоих глаз. Рис. 2.4 показывает схему организации зрительных проекций и нервных связей.

В исследованиях на животных, как мы видели, зрительную информацию можно направить к одному из полушарий, перерезав зрительный перекрест так, чтобы целыми остались волокна зрительного нерва, передающие информацию к полушарию, находящемуся на той же стороне, что и глаз. Это позволяет экспериментатору легко предъявлять стимул каждому из полушарий отдельно, просто помещая его в поле зрения соот-

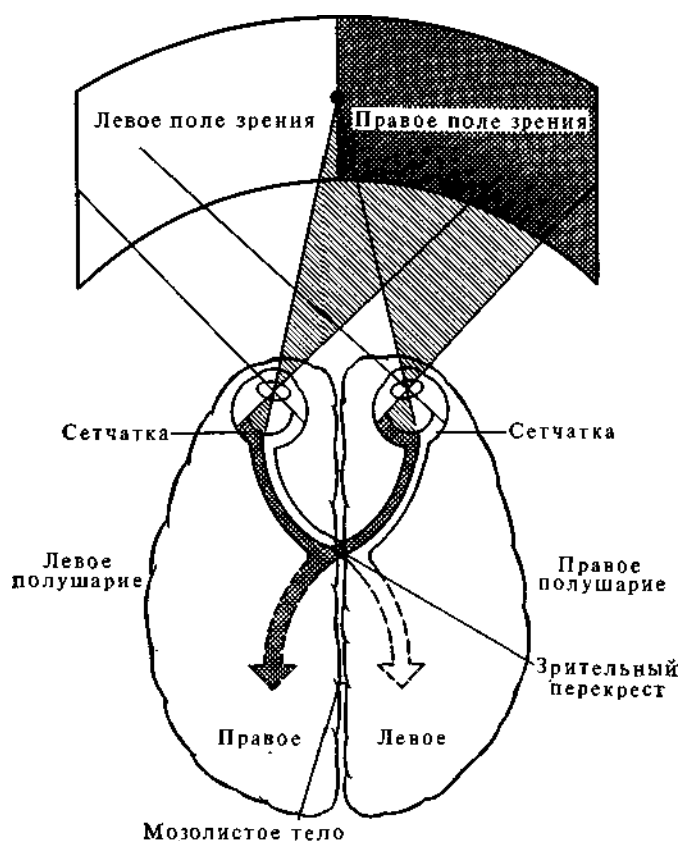


Рис. 2.4. Зрительные пути, несущие информацию к полушариям. При фиксации взора на точке каждый глаз видит оба поля зрения, но посылает информацию о правом поле зрения только левому полушарию, а информацию о левом поле зрения только правому полушарию. Этот перекрест и расщепление обусловлены характером разделения нервных волокон, отходящих от сетчатки. Представительства полей зрения в левом и правом полушарии в норме связаны между собой через мозолистое тело. Если мозолистое тело перерезано, а глаза и голова неподвижны, каждое полушарие может воспринимать с помощью зрения только половину видимого мира. ветствующего глаза. Эта процедура применяется, однако, только на животных, потому что перерезка перекреста существенно снижает периферическое зрение, уничтожает возможность бинокулярного восприятия глубины и не является необходимой с точки зрения медицинских показаний для операции расщепления мозга у людей. По этим причинам исследователи, желающие послать зрительную информацию только к одному полушарию больного с расщепленным мозгом, должны делать это

Исследование расщепленного мозга

41

путем сочетания контролируемой фиксации взгляда и предъявления информации на одну сторону пространства.

Взяв за основу эти сведения, давайте теперь вернемся к анализу тестов, проведенных с больной Н. Дж. В этих тестах больная видела левую половину экрана (все, что было слева от точки фиксации) правой стороной мозга, а все, что было справа,— левым полушарием. Расщепление мозга предотвращало нормальный обмен информацией между двумя полушариями, что имело место до проведения операции. По существу, одна половина ее мозга не видела того, что видела другая, и положение дел выявлялось в значительной мере благодаря тому дополнительному обстоятельству, что только одно полушарие контролирует речь.

Вследствие этого больная совершенно нормально давала отчет о стимулах, которые попадали в правое поле зрения (проецирующееся к речевому левому полушарию), хотя была неспособна сказать что-либо о том, что вспыхивало в

ее левом поле зрения (информация от которого посылалась к «немому» правому полушарию). То, что она «видела» стимулы в левом поле зрения, хорошо демонстрируется тем фактом, что ее левая рука (управляемая в основном правым мозгом) могла выбрать ложку среди нескольких предметов, скрытых от взгляда. Это видно также из ее эмоциональной реакции на картину обнаженного тела, несмотря на ее утверждение, будто она ничего не видела [6].

Реакция больной на изображение обнаженного тела особенно интересна. Она казалась озадаченной своей собственной реакцией на то, что появилось. Ее правое полушарие видело изображение и обработало информацию в достаточной мере для того, чтобы вызвать общую, невербальную реакцию — хихиканье и краску смущения. Между тем левое полушарие не «знало», что видело правое, хотя замечание больной насчет «удивительной машины» является, по-видимому, признаком осознания им телесных реакций, вызванных правым полушарием. Для левого полушария вообще весьма характерны попытки осмыслить, что происходило в ситуации, когда информация предъявлялась правому полушарию. В результате левый мозг иногда выступает с ошибочными заявлениями и часто вырабатывает рационалистические объяснения, основанные на отдельных намеках.

Перекрестное подсказывание

По мере продолжения исследования больных с расщепленным мозгом все чаще и чаще приходилось наталкиваться на несоответствие данных. Больные, ранее не способные словесно определить спрятанный от взгляда предмет, взятый левой рукой, начинали называть некоторые предметы. Правильно на-

42

Глава 2

зывались также некоторые изображения, вспыхивающие в левом поле зрения (проекция к правому полушарию). Одно из объяснений этих результатов состоит в том, что с течением времени правое полушарие больного обретает речевые способности. Другое заключается в том, что между полушариями происходил обмен информации, осуществлявшийся по каким-то другим, неперерезанным путям.

Хотя это были интересные, захватывающие возможности, Майкл Газзанига и Стивен Хиллъярд нашли значительно более простое объяснение этим данным [7]. Для обозначения попыток больных использовать любые намеки для того, чтобы сделать «нформацию доступной для обоих полушарий, они предложили термин *перекрестное подсказывание*. Перекрестное подсказывание наиболее очевидно в таком простом случае, когда боль-здым дают подержать левой рукой и определить на ощупь предмет, находящийся вне поля их зрения и потому отсоединенный от «речевого» левого полушария. Если, например, в левую руку дать расческу или зубную щетку, то больной будет часто поглаживать щетку или поверхность расчески. И тогда он сразу определит предмет, потому что левое полушарие слышит звуки, позволяющие составить представление о предмете. I Перекрестное подсказывание дает возможность одному полушарию обеспечить другое информацией о том, что оно узнаёт. Прямой канал передачи информации уничтожен операцией, и больному остается только использовать не прямые намеки как единственное средство общения между полушариями в большинстве случаев. Перекрестное подсказывание нередко может быть довольно тонким и подвергается испытанию изобретательность исследователей, изыскивающих способы исключить его из экспериментальной ситуации.

Хорошим примером этого является больной, который мог сказать, что вспыхивало — 0 или 1 — при подаче стимулов к любому из полушарий. Тот же больной был не в состоянии назвать предметы, изображение которых предъявлялось правому полушарию, или определить большинство предметов,

помещаемых в его левую руку. Это означало, что его правое полушарие не обладает речевыми способностями. Исследователи предположили, что в ситуации, когда больной называл цифры, предъявляемые правому полушарию, участвовало перекрестное подсказывание. Они выдвинули гипотезу о том, что после предъявления стимула в левом поле зрения левое полушарие начинает считать «про себя» и что эти сигналы улавливаются правым полушарием. Когда оно доходит до правильного числа, правое полушарие дает ему сигнал остановиться и произнести это число вслух.

Для проверки этой идеи больному предъявляли более сложный вариант задачи: в набор стимулов без его ведома были

Исследование расщепленного мозга 43

добавлены цифры 2, 3, 5 и 8. Сначала больной очень удивился, когда ему предъявили новое число. Его ответ на первое неожиданное число, показанное правому полушарию, был: «Прошу прощения». Однако после небольшой, тренировки он смог давать правильные ответы на все числа, предъявлявшиеся правому полушарию, но с задержкой, если число было большим. В противоположность этому ответы на те же числа, предъявлявшиеся в правом поле зрения (левому полушарию), были достаточно быстрыми.

Эти данные хорошо согласуются с идеей о том, что левое полушарие начинало беззвучно считать после предъявления цифры правому полушарию. Чем больше число, тем длиннее ряд чисел, по которому должно пройти левое полушарие, прежде чем достигнет нужного.

Перекрестное подсказывание вовсе не является сознательной попыткой больного обмануть исследователя. На самом деле оно отражает естественное стремление организма использовать любую доступную информацию для того, чтобы осмыслить про* исходящее. Наличие такого стремления, по существу, помогает нам лучше понять причины видимого отсутствия изменений в обычном, повседневном поведении больных, перенесших операцию расщепления мозга.

Тщательно разработанные методы тестирования, исключая перекрестное подсказывание, могут, однако, выявить поразительные эффекты «разъединения», вроде тех, которые описаны у больной Н. Дж. В таких ситуациях больной не способен сказать, что показывали его правому полушарию, хотя его левая рука может правильно указать на этот предмет. Больной не может назвать предмета, помещенного в его левой руке, не видя его, но он может отобрать (той же рукой) другие предметы, связанные с этим (например, коробку спичек после того, как в руке побывала сигарета).

У наблюдателя, незнакомого с историей болезни испытуемого, эти данные создают впечатление, что левая рука имеет свою собственную память. Они становятся менее таинственными, когда мы осознаем, что операция расщепления мозга отъединила правое полушарие больного от центров левого полушария, контролирующих речь. Левая рука, таким образом, является основным средством, с помощью которого правое полушарие может общаться с внешним миром.

Повседневное поведение после операции расщепления мозга

Вполне естественно желание узнать, какие существуют данные о проявлении эффекта разъединения полушарий в повседневной жизни больного. Самими больными и наблюдавшими

44

Глава 2

за ними людьми были описаны несколько примеров эксцентричного поведения, которые часто упоминаются в популярных статьях об исследованиях расщепленного мозга. Один больной, в частности, описал такой случай: однажды он обнаружил, что его левая рука борется с правой при попытках надеть утром брюки. Одна рука тянула их вверх, в то время как другая — вниз. В другом случае тот же больной, рассердившись, замахнулся

левой рукой на свою жену, а его правая рука схватила левую, пытаясь ее остановить [8].

Частота упоминаний об этих рассказах заставила забыть, *что речь идет о редких случаях, которые даже самими участниками рассматриваются как странные, отдельные примеры. Две стороны тела действуют в основном координированно. Поэтому для того, чтобы узнать о произведенной больному операции, приходится применять целый набор изошренных тестов, специально предназначенных для идентификации комиссуротомии. Намного более обычными являются сообщения о возникающих после операции тонких изменениях в поведении или способностях больного. Хотя тщательное исследование не подтвердило наличия некоторых из них, другие изменения действительно оказались следствием произведенной операции. Несколько больных сообщили об испытываемых ими после операции больших затруднениях в установлении связи между именами и лицами. Это подтвердилось исследованием, в котором испытуемые должны были сначала запомнить имена каждого из трех молодых людей, изображенных на картинках [9]. По отношению к главной цели исследования эта процедура была случайной, но она оказалась основным камнем преткновения для испытуемых. Исследователи сообщали, что испытуемые в конце концов устанавливали связь между именами и лицами, выделяя какой-то характерный признак на каждом изображении (например, «Дик — в очках»), но не связывая имя с лицом в целом. Эти данные указывают на то, что дефицит в способности ассоциировать имена с лицами может быть обусловлен разобщением локализованных в левом полушарии способностей называть предметы и расположенных в правом способностей узнавать лица.

С отсутствием мозолистого тела были связаны случаи нарушения способности решать геометрические задачи. Больной Л. Б., старшеклассник с коэффициентом умственного развития (IQ — Ай-Кью) значительно выше среднего был переведен из геометрического класса в общий класс в связи с тем, что он испытывал необыкновенные затруднения в освоении курса. В другом сообщении говорилось о студенте колледжа, у которого были исключительные трудности с геометрией, несмотря на то что по другим предметам он успевал нормально. Проведенные на больных с расщепленным мозгом исследования по изу-

Исследование расщепленного мозга

45

чению способностей каждого полушария подбирать соответствующие друг другу двумерные и трехмерные фигуры на основании обычных геометрических свойств показали, что правое полушарие в этом отношении значительно превосходит левое, и это особенно заметно при решении наиболее трудных задач. Таким образом, как и в предыдущем примере, нарушения у больных могут быть следствием разъединения левого полушария с его речевыми центрами и областей правого полушария, специализированных для решения таких задач.

Некоторые другие больные с расщепленным мозгом жаловались на то, что они больше не видят снов. Поскольку сновидения являются, главным образом, последовательностью зрительных образов, исследователи предположили, что они находятся в ведении правой половины мозга. Операция отъединяет этот вид умственной жизни больного от речевого полушария и приводит к тому, что больной сообщает об отсутствии сновидений.

Эта идея, однако, не получила подтверждения при дальнейшем исследовании. У спящих больных с расщепленным мозгом наблюдали электрическую активность мозга и будили их всякий раз, когда регистрация показывала, что они видят сон. Затем их просили описать только что виденный сон. Вопреки предсказанию, что они не смогут этого сделать, больные подробно описывали свои сновидения [11].

Другие эпизодические сообщения указывали на ухудшение памяти после

операции. Эти сообщения явно поддерживались исследованиями, в которых сопоставляли свойства памяти нескольких больных с расщепленным мозгом и других больных эпилепсией и обнаружили, что у первых показатели различных тестов на память хуже [12]. Основная проблема в исследованиях такого рода, однако, заключается в том, что на самом деле мы не очень много знаем о свойствах памяти больных до операции. Мы можем сравнивать их показатели после операции с показателями контрольной группы больных эпилепсией, которые не перенесли операции, но у нас нет возможности выяснить, сопоставимы ли в действительности свойства их памяти до операции со свойствами памяти больных контрольной группы. Возможно, что их память с самого начала была хуже.

Наилучший способ состоит в том, чтобы сравнить свойства памяти у одного и того же больного до и после операции. Это оказалось возможным для больного, который входил в новую группу больных, оперированных доктором Дональдом Уилсоном из Медицинской школы Дартмута. Вместо ухудшения памяти после операции у больного Д. Х. наблюдалось значительное ее улучшение [13].

Наиболее вероятное объяснение этих данных состоит в том, что истинные способности Д. Х. были подавлены лекарствен-

46

Глава 2

ными средствами и его общим состоянием до операции. Операция улучшила его память не каким-то сверхъестественным способом; она просто дала возможность проявиться его истинным способностям. Во всяком случае это исследование на едином объекте продемонстрировало, что нарушения памяти *не являются обязательным* следствием операции расщепления мозга, и это указывает на необходимость дальнейшей работы для выяснения вопроса о том, влияет ли операция на память, и если влияет, то каким образом. Это указывает также на важность соответствующих контролей в исследованиях, направленных на поиск изменений у больных с расщепленным мозгом.

Мы видели, что различного рода изменения поведения относили за счет операции расщепления мозга. Некоторые из них были подтверждены экспериментально. В каждом отдельном случае изменения имеют довольно тонкий, а не ярко выраженный характер, которого можно было бы ожидать. Существуют, однако, несколько впечатляющих и вполне достоверных последствий операции расщепления мозга, которые сохраняются недолго и отчетливо видны только в течение нескольких первых дней или недель после нее. Они известны как острый синдром разъединения и обусловлены, возможно, как хирургическим разделением комиссур, так и общей травмой, вызванной тем, что хирург вынужден сжимать правое полушарие или надавливать на него, чтобы получить доступ к нервным трактам между полушариями.

В течение некоторого времени после операции больные часто не могут говорить; иногда у них нарушается управление левой стороной тела, причем вначале эта сторона кажется почти парализованной, а потом начинает действовать, но очень неловко. Когда способность пользоваться левой рукой восстанавливается, иногда имеют место конкурирующие движения между левой и правой руками. Однако это затруднение обычно быстро проходит.

После восстановления от шока, вызванного большой операцией на мозге, большинство больных сообщает об улучшении самочувствия. Меньше чем через два дня после операции один молодой больной чувствовал себя достаточно хорошо для того, чтобы сказать в шутку, что его голова «раскололась от боли». Через несколько недель симптомы острого синдрома разъединения проходят, и для того, чтобы обнаружить последствия операции, необходимо использовать тщательно продуманные лабораторные тесты.

Языковые функции полушарий

Исследования расщепленного мозга со всей очевидностью подтвердили, что у большинства людей речевые центры локализованы в левом полушарии. Мы видели, что типичный боль"

Исследование расщепленного мозга

47

ной с расщепленным мозгом не способен назвать обычные предметы, изображения которых всплывали в его левом поле зрения (правое полушарие), хотя не испытывает никаких затруднений в определении тех же картинок, предъявляемых в правом поле зрения {левому полушарию). Правое полушарие, однако, *знает* о том, что изображено на картинке, потому что оно может направить левую руку так, чтобы та выбрала сходный предмет среди нескольких других, помещенных за экраном вне поля зрения испытуемого.

Следовательно, способность говорить определенно локализована в одном полушарии как у испытуемых с расщепленным мозгом, так и у клинических больных. А как обстоит дело с другими языковыми способностями? Насколько хорошо правое полушарие может понимать речь — письменную или устную? В наиболее ранних исследованиях расщепленного мозга для выяснения этих вопросов левому или правому полушарию предъявляли на экране напечатанные слова. Если правому полушарию предъявляли простые существительные, больной не испытывал больших затруднений в нахождении левой рукой соответствующего предмета среди нескольких других, скрытых от зрения.

Недостатки в способностях правого полушария начинали проявляться, когда предъявлялись глаголы, такие как «улыбаться». Если слово «улыбаться» показывали левому полушарию, больные обычно усмехались в ответ. Если это слово предъявляли правому полушарию, ответной реакции не наблюдалось. Сходные результаты получались и с другими глаголами [4].

В свете данных, полученных с простыми существительными, результаты с глаголами вызвали удивление. По отношению к существительным ограниченность правого полушария представлялась ограниченностью словесного выражения понимания, правый мозг демонстрировал хорошее понимание, если он мог отвечать не словами. В тестах с глаголами выявлялась, по-видимому, другая картина. Поскольку действия, требуемые глаголами (такое действие, как улыбка), могли управляться любой стороной мозга, эти результаты не были обусловлены различиями в способности двух полушарий *вызывать* нужные движения. Представлялось, что существует истинное различие в том, какой вид письменного материала каждое из полушарий может *понимать*.

На попытки объяснить, почему межполушарные различия связаны с различением грамматических форм, были затрачены значительные усилия. Наиболее общепринятое объяснение состояло в том, что глаголы являются более сложными лингвистическими стимулами, и неумение правого полушария обходиться с ними отражает его менее развитые лингвистические способности.

48

Глава 2

Недавно проведенное исследование в общем подтвердило представление о том, что правое полушарие не обладает равными с левым способностями к чтению. Однако эта же работа указывает на то, что различия между полушариями не связаны с различением существительных и глаголов. Это исследование выполнил Эран Зайдель, который много работал с двумя больными из новой калифорнийской группы.

Z-линза и повторное исследование языковых способностей правого полушария Зайдель разработал новый метод ограничения подачи зрительных стимулов к одному полушарию. Он использовал устройство, известное под названием Z-линза, которое показано на рис. 2.5 [15]. Z-линза — контактная линза, позволяющая больному свободно двигать глазами, когда он что-то

рассматривает, но в то же время она обеспечивает поступление зрительной информации только к одному полушарию мозга больного. Z-линза дает испытуемому возможность видеть стимул сколь угодно долго, но позволяет исследователю предъявлять этот стимул изолированно одному полушарию.

Зайдель хотел проверить способности каждого полушария к пониманию различных стимулов, при этом он использовал стимулы, применявшиеся ранее для исследования способностей детей и больных с афазией. Цель работы состояла в том, чтобы получить данные, которые позволили бы сравнить способности правого полушария больных с расщепленным мозгом со способностями правого полушария этих двух групп испытуемых, для которых основные показатели уже были получены.

В тестах с восприятием слов на слух больной с расщепленным мозгом слушал слово, произносимое экспериментатором, а потом рассматривал через Z-линзу показываемые ему три картинки. Задачей больного было выбрать ту картинку, которая соответствует слову. Так как пути слуховой системы организованы таким образом, что информация от каждого уха идет к обоим полушариям, в обычных условиях невозможно сказать, одно или оба полушария поняли устное сообщение. Z-линза же позволяла Зайделю латерализовать выбор ответа, так что он мог определить, насколько хорошо каждая половина мозга подбирает к сказанному слову его зрительный эквивалент.

Такая же процедура применялась при проведении знакового теста, в котором испытуемого просят расположить группы предметов различной формы и размеров в соответствии со словесной инструкцией — такой, например: «Положите желтый квадрат под зеленый кружок». Здесь тоже инструкция давалась устно, а предметы, которые надо было разложить, больной видел через Z-линзу. Знаковый тест обычно используется как тест на

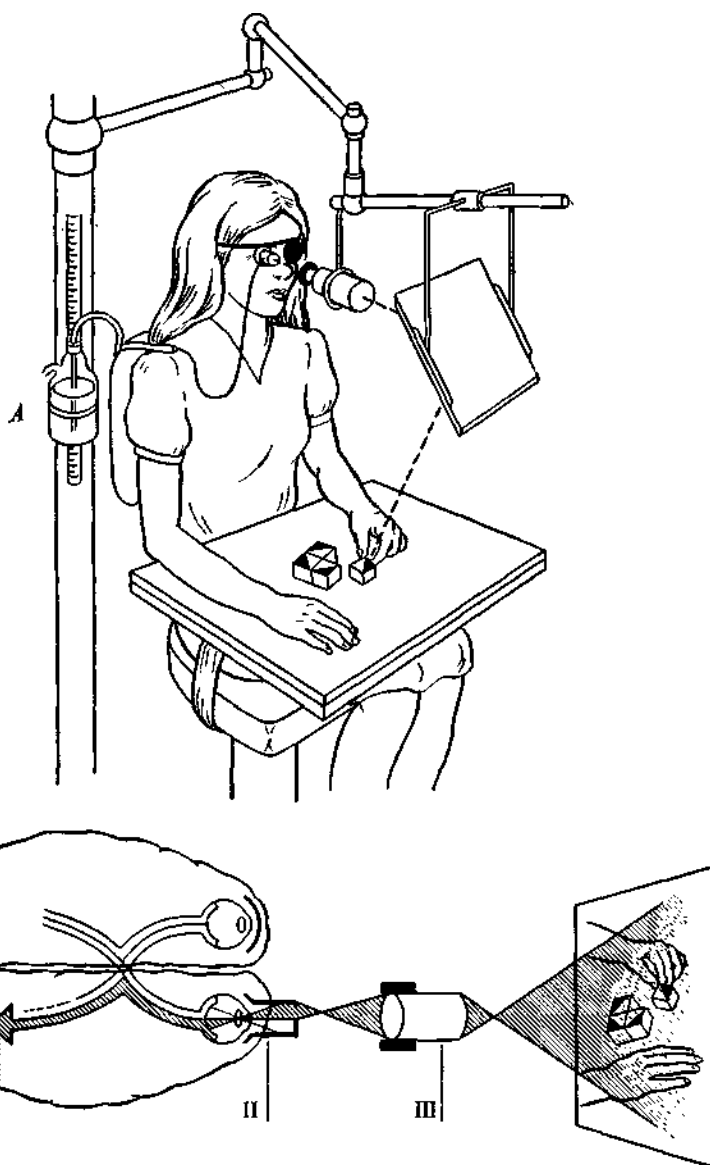


Рис. 2.5. Z-линза. А. Это устройство обеспечивает постоянную латерализацию поля зрения больного к одному полушарию. Б. Поскольку на один глаз наложена повязка, изображение проецируется только на половину сетчатки другого глаза.

I — на один глаз наложена повязка, изображение проецируется только на одно полушарие несмотря на то, что испытуемый может просматривать все поле зрения целиком;

II — Z-линза позволяет изображению падать только на одну половину сетчатки; III — телескоп уменьшает поле зрения до маленького изображения, которое проецируется на поверхность контактной линзы [16].

so

Глава 2

повреждение речевых зон левого полушария, поскольку с его помощью часто выявляются нарушения, не обнаруживаемые другими тестами на афазию.

Работа Зайделя обнаружила, что правое полушарие обладает удивительно разнообразными и выраженными способностями к пониманию [16]. Тем не менее результаты носили сложный характер и не дали Зайделю возможности сделать простой вывод относительно лингвистического «возраста» или «здоровья» правого полушария. Со словарными тестами правое полушарие справлялось, в общем, по крайней мере так же хорошо, как мозг нормального десятилетнего ребенка, хотя с выполнением знаковых тестов с предметами оно испытывало затруднения, характерные для больных с афазией. Зайдель подчеркнул, что разница между полушариями в способности к пониманию

несколько меньше, чем думали раньше. Он предположил, что обнаруженное в более ранней работе различие в понимании существительных и глаголов могло быть артефактом способа предъявления стимулов. Когда правое полушарие располагает достаточным временем, чтобы обработать глагол (как это имеет место в процедуре с использованием Z-линзы), создается впечатление, что оно справляется с этим так же хорошо, как и левое полушарие.

Асимметрии в языковых функциях, рассматривавшиеся нами до сих пор, обнаружены у «типичных» больных с расщепленным мозгом, если вообще можно говорить о типичных больных, принимая во внимание различия в историях их неврологических заболеваний. Вопрос о том, какое отношение имеют данные, полученные на этих больных, к разделению функций между полушариями нормального мозга, выдвинется на первый план, когда мы рассмотрим, к каким существенным изменениям в этой картине может привести неврологическое заболевание. Подходящий случай представляет собой больной П. С., один из пациентов Дональда Уилсона.

Случай П. С.: разговор с правым полушарием

Больной П. С., правша, ко времени операции достиг 16 лет. Дооперационная история болезни свидетельствовала о значительном повреждении левого полушария, имевшем место в раннем возрасте. П. С. представлял собой, очевидно, уникальный случай среди больных с расщепленным мозгом в отношении степени языковых способностей правого полушария. Интенсивное исследование, проведенное Майклом Газзанига и Джозефом Ле Ду, показало, что П. С. может составить по буквам названия предметов, предъявлявшихся его правому полушарию, используя левую руку для того, чтобы расположить в нужном

Исследование расщепленного мозга

51



Рис. 2.6. Больной П. С. может отвечать на вопросы, вспыхивавшие в его левом-поле зрения и адресованные «немому» правому полушарию, складывая буквы

с помощью левой руки [17].

порядке буквы, выбранные из набора для игры в скрэбл¹ [17]. Способность П. С. «писать» с помощью правого полушария позволила Газзаниге и Ле Ду разговаривать с правой половиной его мозга. Они сначала устно задавали вопрос, спрашивая,

например: «Какое у вас любимое.....?» Сразу после этого слова

«занятие» предъявлялось в правом или левом поле зрения. П. С. затем отвечал вслух, если слово подавалось к левому полушарию, или составлял по буквам «м-а-ш-и-н-а», если слово

¹ У нас подобная игра известна под названием «Эрудит». —Прим. ре&.

■52

Глава II

предъявлялось в левом поле зрения. Эта процедура (см. рис 2.6) использовалась для исследования объема осознания правым полушарием внешнего мира. К этой проблеме мы еще вернемся.

Сначала правое полушарие П. С. могло давать словесные ■ответы только путем составления слов из букв, а потом стали накапливаться данные, позволившие предположить, что П. С. также может говорить с помощью правого полушария. Примерло через три года после операции П. С. начал использовать устную речь для определения слов и предметов, предъявлявшихся правому полушарию. Исключив в качестве возможных объяснений этому перекрестное подсказывание и неадекватную латерализащ стимулов, Газзанига и Ле Ду предположили, что в основе этой новой способности П. С. лежит регенерация волокон, которые в норме осуществляют перенос зрительной информации. Другие тесты исключили и это объяснение и обеспечили поддержку предположению о том, что П. С. «говорил» действительно от своего правого полушария. Эти тесты отличались изящной простотой [18].

Слова вроде «сирсаке»¹ предъявляли таким образом, что «сир» находилось слева от точки фиксации взгляда, а «саке» — справа. П. С. мог сообщить, что он видел слово «сир» и слово «саке», но был не в состоянии увидеть слово «сирсаке» целиком, в отличие от неврологически нормальных испытуемых в этих условиях. Необходимы дополнительные исследования, прежде чем можно будет сказать с полной уверенностью, что П. С. говорит теперь с помощью своего правого полушария, но есть шанс, что это именно так.

Хотя П. С. является первым больным с расщепленным мозгом, приобретшим способность говорить с помощью правого полушария, нам, возможно, не следует слишком удивляться этому, принимая во внимание наличие у него повреждения левого полушария в раннем возрасте. В течение многих лет некоторые неврологи утверждали, что восстановление языковых функций после тяжелого повреждения речевого полушария в некоторых случаях происходит благодаря тому, что интактное (неповрежденное) полушарие принимает на себя выполнение многих функций поврежденного. Очень интересно узнать, почему у одних людей такое восстановление происходит, а у других нет, и выучивается ли язык интактным полушарием после повреждения или он предсуществует в нем, но бездействует в течение почти всей жизни больного. Мы пока не знаем ответов на эти вопросы.

¹ Не имеющее смысла сочетание, составленное из двух слов: «сир» — чашка, «саке» — пирог.

Исследование расщепленного мозга

53

Некоторые предостережения относительно интерпретации данных

Случай с П. С. выдвигает на первый план важность рассмотрения неврологической истории болезни при интерпретации данных, получаемых на больных с расщепленным мозгом, и указывает на то, что по этим данным можно переоценить степень языковых способностей правого полушария у

нормальных людей. Эпилепсия, поражающая левое полушарие, может приводить к реорганизации языковых функций, вовлекающей правое полушарие, поэтому языковые способности правого полушария у больного с расщепленным мозгом могут оказаться более выраженными, чем у здоровых людей, не страдавших эпилепсией.

Сходные доводы приводились для предостережения от распространения любых данных, получаемых при исследовании на больных с расщепленным мозгом, на здоровых людей. Во многих случаях трудно выяснить точно природу какого-либо раннего повреждения мозга, вызванного эпилепсией, и еще более сложно узнать, какие компенсаторные изменения произошли в мозгу вследствие этого. Наилучший способ разрешения вопроса с интерпретацией данных состоит в том, чтобы ориентироваться на результаты, которые постоянно получаются со всеми больными, независимо от истории их болезни. Второй способ заключается в оценке данных, получаемых на каждом больном с учетом его неврологического статуса. Некоторые ученые вообще отвергают данные исследований расщепленного мозга из-за этих проблем в интерпретации результатов. Мы полагаем, что более разумный подход состоит в том, чтобы узнать о мозге все, что возможно, из этого уникального источника, помня при этом, что такое исследование — только одно из нескольких средств, необходимых для создания полной картины.

Зрительно-пространственные функции полушарий

Более старая литература, касающаяся травм человеческого мозга, дала исследователям расщепленного мозга хороший ключ к разгадке вопроса о видах деятельности, осуществляемых, вероятно, лучше правым полушарием. Наиболее общий вывод, который можно сделать о специализации правого полушария на основании исследований расщепленного мозга, состоит в том, что она не связана с лингвистическими функциями. Эта специализация касается, по-видимому, сложных зрительных и пространственных процессов.

Представляется, что восприятие, например, пространственных соотношений между частью и целым осуществляется лучше правым полушарием. В одной из задач больные рассматрива-

54

Глава 2

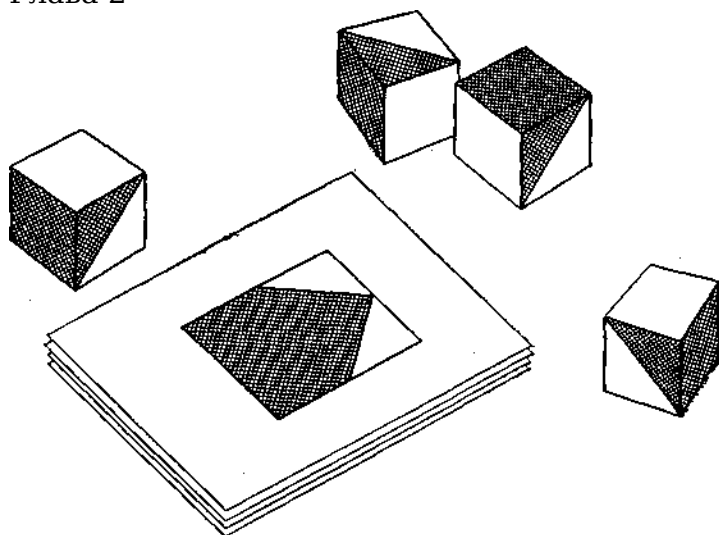


Рис. 2.7. Задача на построение композиции из кубиков. Испытуемого просят расположить раскрашенные кубики так, чтобы цветной рисунок соответствовал предъявляемому образцу.

ли зарисовки геометрических фигур, разрезанные на отдельные куски, причем куски были немного отделены друг от друга. Затем они определяли, какой из трех предложенных на выбор предметов, скрытых от зрения и ощупываемых одной рукой, был представлен на этой фрагментированной картине. Левая рука намного лучше справлялась с этой задачей, правая рука

у шести из семи исследовавшихся больных только случайно показывала нужный предмет [19].

Одно из наиболее ярких проявлений превосходства правого полушария в решении зрительно-пространственных задач был» заснято на пленку Газзанигой и Сперри при исследовании ими больного У. Дж. — первого из больных калифорнийской группы. У. Дж. предъявляли несколько кубиков, каждый из которых имел две красные, две белые и две красно-белые (с границей по диагонали) стороны. Он должен был так расположить эти кубики, чтобы в результате получилась квадратная плоскость с таким же цветовым рисунком, как на предъявляемых ему карточках. Рис. 2. 7 иллюстрирует эту задачу.

Начало фильма показывает У. Дж., легко собирающего левой рукой определенный рисунок из кубиков. Когда, однако, он пытается это сделать правой рукой, то испытывает серьезные затруднения. Правая рука раскладывает кубики медленно и очень нерешительно. В какой-то момент в кадре появляется

Исследование расщепленного мозга

55

	Левая рука	Правая рука
До операции		
После операции		

Рис. 2.8. Рисунки куба, сделанные до и после комиссуротомии. До операции больной мог нарисовать куб любой рукой. После операции правая рука справлялась с этим плохо. Больной был праворукий [17].

левая рука и начинает собирать кубики в правильном порядке. Исследователь мягко, но решительно удаляет ее со стола, в то время как правая рука продолжает беспомощно вертеть кубики.

Другим свидетельством превосходства правого полушария в отношении зрительно-пространственных способностей является различие в способностях двух рук больного с расщепленным мозгом нарисовать изображение куба. Левая рука всегда делает лучший рисунок. Соответствующие примеры показаны на рис. 2.8.

Что лежит в основе более высоких способностей правого полушария в выполнении этих зрительно-пространственных задач? Перед исследователями были два возможных варианта объяснения. Первый состоит в том, что правое полушарие может доминировать при внешнем выражении понимания зрительной информации так же, как левое полушарие доминирует при выражении понимания речи, хотя в отношении восприятия пространственных взаимоотношений оба полушария могут быть равноценны. Эта точка зрения делает упор на асимметрию в способности выполнять сложные двигательные акты, требуемые заданием. Согласно противоположному объяснению между полушариями существуют истинные различия в способности к восприятию.

Есть данные, позволяющие полагать, что оба эти объяснения до некоторой степени обоснованы. Создается впечатление, что в основе различного выполнения полушариями определенных задач лежат истинные различия в зрительном восприятии [20]. Асимметрии при выполнении других задач пред-

ставляются связанными с манипуляционным компонентом [21], В последнем случае асимметрии, обязанные своим появлением правому полушарию, уменьшаются или исчезают, если задание сделать чисто зрительным, так что испытуемому не нужно ни с чем манипулировать.

Обработка информации в обоих полушариях

Характер результатов, полученных при продолжении исследований специализированных функций обоих полушарий, навел на мысль о новом пути создания представления о межполушар-ных различиях. Представилась возможность разграничить полушария не на основе типа задач (например, вербальных или пространственных), выполняемых каждым из них наилучшим образом, а по тому способу, каким каждое из них обрабатывает информацию вообще.

В соответствии с этим анализом левое полушарие специализировано для языковых функций, но эта специализация есть следствие преобладания в левом полушарии аналитических процессов, одним из проявлений которых является речь. Сходным образом, превосходство правого полушария в выполнении зрительно-пространственных задач связано с его синтетическим, целостным способом обработки информации. Какие результаты привели к этому переосмыслению межполушарных различий? Большая часть исследований была проведена Джерре Леви и ее коллегами, которые работали с калифорнийской группой больных.

Одно из первых указаний на то, что два полушария обрабатывают информацию различным способом, пришло из исследования, в котором больных с расщепленным мозгом просили выбрать левой или правой рукой небольшие деревянные предметы в соответствии с показанными в развернутом виде двумерными изображениями этих предметов. Левая рука всегда значительно лучше, чем правая, справлялась с этой задачей, ж> самое интересное состояло в том, что два полушария, по-видимому, применяли для решения этой проблемы различную стратегию.

Анализ ошибок в выполнении показал, что те модели, с которыми, как было обнаружено, легче иметь дело правой руке (левому полушарию), легко было описать словами, но трудно различить зрительно. Для левой руки (правое полушарие) верным было обратное. Конкретно, левое полушарие, по-видимому, осуществляло подбор на основании словесного описания свойств предметов и двумерных моделей. Оно казалось неспособным свернуть мысленно двумерное изображение так, чтобы можно было подобрать соответствующий предмет по общему виду [22].

Исследование расщепленного мозга

57

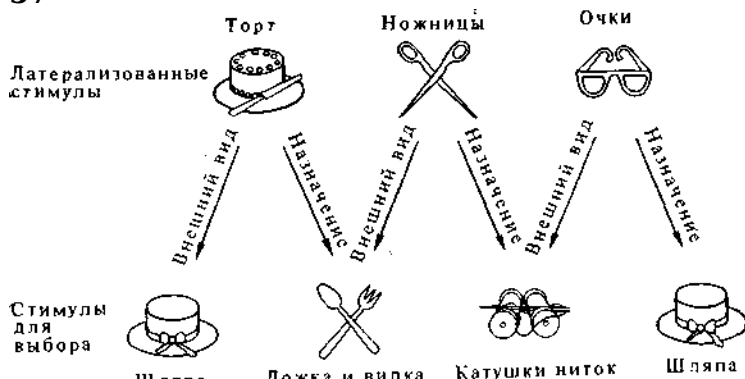


Рис. 2.9. Выбор картинок, сходных по назначению или по внешнему виду, выполняемый больными с расщепленным мозгом. Предметы, расположенные в верхнем ряду, предъявляются одному из полушарий. Больного просят отобрать из представленных на выбор предметов наилучшую «пару». Когда изображение видит левое полушарие, оно склонно подбирать пары по смыслу. Когда правое полушарие видит эти предметы, оно склонно подбирать пары по

внешнему виду [28].

Другие работы продемонстрировали, что два полушария различаются и в том, какой вид информации они извлекают из зрительных стимулов. Мы обсудим эти работы подробнее в одном из последующих разделов этой главы. Здесь же следует указать лишь на то, что картинки, которые можно подобрать в пары либо по смыслу (такие, например, как торт на тарелке, нож и вилка), либо по виду (например, торт на тарелке и шляпа с полями), выбираются по-разному двумя полушариями. Примеры таких картинок можно видеть на рис. 2.9. При неопределенной инструкции просто подобрать похожие картинки левое полушарие больного с расщепленным мозгом подбирает их по смыслу, а правое — по общему виду.

Леви сделала вывод о том, что обработка поступающей информации в левом полушарии наилучшим образом характеризуется как аналитическая, правое полушарие, очевидно, обрабатывает информацию холистическим образом, не расчленяя «е [23]. Различия, которые мы только что рассмотрели, можно интерпретировать и по-другому, однако разграничение по способу обработки информации (аналитический — холистический) в наибольшей степени повлияло на отход наших представлений о межполушарных различиях от модели, связывавшей их только с вербальными и невербальными функциями. Последняя, очевидно, является слишком упрощенной « не может объяснить всех результатов, полученных при исследовании больных с повреждениями мозга, с расщепленным мозгом и (как мы увидим в следующей главе) нормальных, здоровых людей.

58

Глава 2

Феномен зрительного завершения

Больная Н. Дж. сидит перед экраном. Еще раз ее просят фиксировать взгляд на точке, поставленной в центре. На короткое время на экране появляется странный портрет. Это лицо, составленное из левой половины лица одного человека и правой половины лица другого человека, которые соединены по средней линии. Справа находится половина лица, которое ее научили называть «Диком», слева — половина лица, принадлежащего «Тому». Такие составленные из частей стимулы называют *химерными*. Название произошло от химеры — мифического чудовища, тело которого состояло из частей тела различных животных.

Н. Дж. просят сообщить, кого она видела. Она говорит, что видела Дика. Когда ее расспрашивают дальше, она отрицает, что в портрете было что-то странное. Позднее та же составная картина вспыхивает на экране. На этот раз больную просят ничего не говорить. Вместо этого ей показывают несколько фотографий нормальных лиц и просят указать любой рукой на то из них, которое она видела на экране. На этот раз она показывает на фотографию Тома.

Этот эксперимент, показанный на рис. 2.10, снова демонстрирует, что каждая половина мозга слепа к тому, что видит другая. Особенно поражает в этом «следовании с составными лицами то, что каждая половина мозга, несмотря на необычность стимула, видит, оказывается, нормальное, симметричное лицо. Кроме того, словесный отчет больной о том, что она видит, отличается от того ответа, который ее просят сделать жестом. И когда это происходит, больная не проявляет никаких признаков того, что она заметила противоречие.

Завершение — тенденция больного с расщепленным мозгом видеть как целое то, что в действительности является частью картины, попадающей на среднюю линию поля зрения, — впервые было замечено в ситуации, когда больные проявили способность точно идентифицировать квадрат, изображение которого вспыхивало на экране в центре поля зрения. Поскольку левая половина квадрата проецируется на правое полушарие, а правая

половина — на левое, тот факт, что больной, по его словам, видит нормальный квадрат, означает, что левое полушарие «завершило» предъявленный ему фрагмент изображения. Правое полушарие также восприняло нормальный квадрат, так как, когда больного просили сделать левой рукой набросок того, что он видел, он рисовал целую фигуру [24]. Последующие исследования показали, что химерные фигуры типа составных

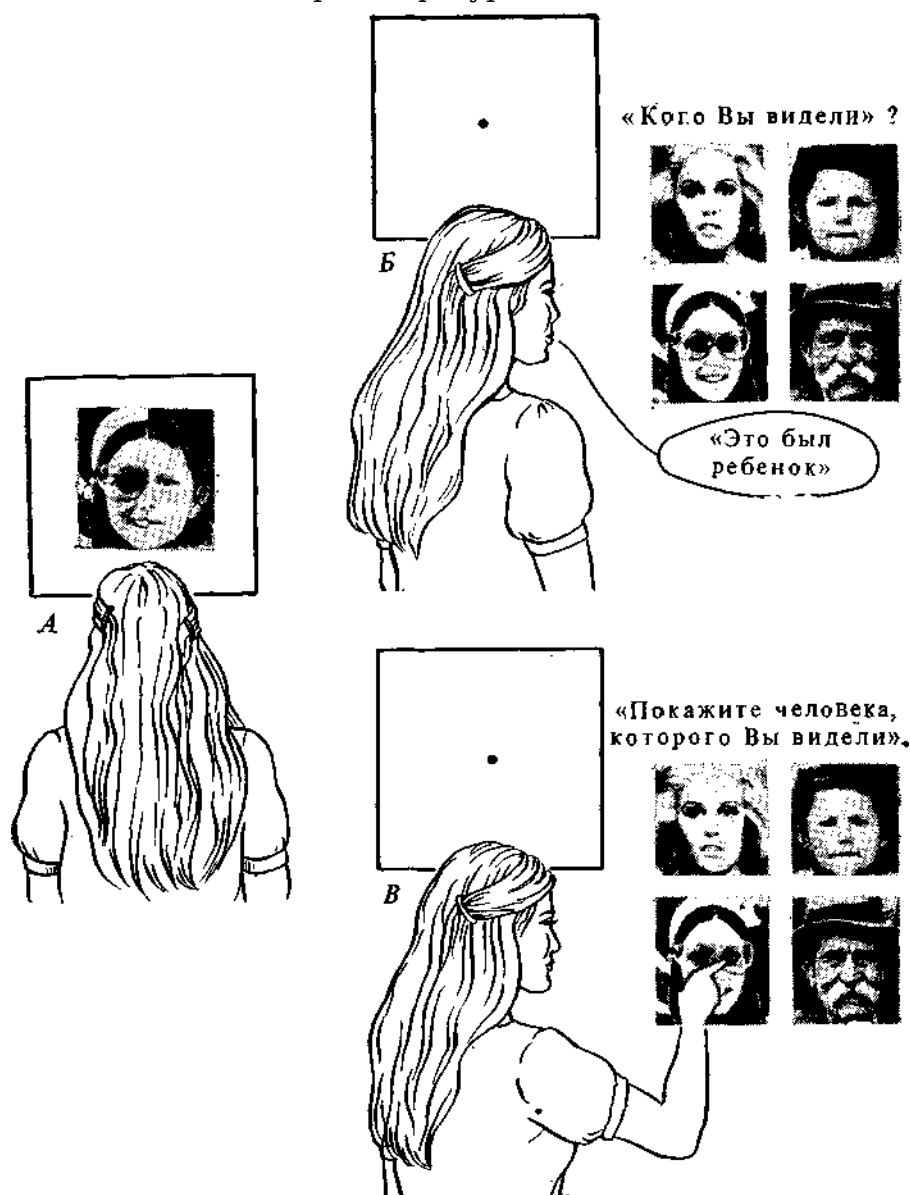


Рис. 2.10. Тесты с «химерными» стимулами, проводимые на больных с расщепленным мозгом. А. Испытуемой говорят, что она увидит портрет, ее просят фиксировать взор на точке в центре экрана, а затем на нем вспыхивает изображение составного лица. Испытуемую просят описать портрет, который она видела, либо словами (В), либо указать на него той или другой рукой (В). Больные с расщепленным мозгом не осознают, что химерные стимулы являются неполноценными или противоречивыми. Когда их просят произнести ответ, они выбирают тот портрет, из которого была сделана половина составного стимула, попадающая в правое поле зрения. Когда просят указать, они выбирают тот портрет, из которого была сделана половина стимула, попадающая в левое поле зрения [25].

60

Глава 2

изображений, предъявлявшихся больной Н. Дж., также вызывают зрительное завершение.

Феномен завершения наблюдался как у больных с расщепленным мозгом, так и у некоторых больных, имевших односторонние повреждения зрительных областей мозга. Механизмы этого явления не вполне понятны для обеих этих ситуаций, но ясно, что оно является одной из причин, по которым больные с расщепленным мозгом говорят, что окружающий мир выглядит для них нормально. Вместе с движениями глаз, обеспечивающими поступление информации к обоим полушариям, завершение помогает внести в зрительный опыт единство восприятия в пределах всего поля зрения.

Данные исследований, в которых использовались химерные изображения

Использование химерных изображений при тестировании больных с расщепленным мозгом продвинуло вперед изучение вопроса о том, как два полушария осуществляют разделение труда в условиях, когда испытуемому предъявлена определенная задача. Хотя мы не можем быть уверенными, что интактный мозг работает таким же образом, стоит все же потратить время на рассмотрение того, что мы узнали о динамике взаимодействия между полушариями от больных с расщепленным мозгом.

Джерре Леви и ее коллеги провели на калифорнийской группе больных с расщепленным мозгом обширное исследование с применением химерных стимулов. В первой работе они использовали химерные лица, составленные из портретов трех молодых людей [25]. Испытуемым говорили, что они увидят изображение лица, которое ненадолго вспыхнет на экране, а потом их попросят указать, кого они видели, рассмотрев несколько фотографий. Испытуемые фиксировали взгляд на точке, находящейся в центре поля зрения, а затем вспыхивало изображение химерного лица, удерживавшееся на экране в течение 150 мс для того, чтобы обеспечить восприятие каждой половины лица только одним полушарием. Независимо от того, какой рукой они пользовались для показа, больные в большинстве случаев выбирали лицо, воспринимавшееся правым полушарием. На оба лица, или на лицо, воспринимавшееся только левым полушарием, больные указывали редко.

Эти данные свидетельствуют о том, что при выполнении простого указательного жеста правое полушарие может управлять как левой, так и правой рукой. До сих пор мы принимали во внимание существование только перекрещенных нервных волокон, которые позволяют каждому полушарию управлять контралатеральной — расположенной на противоположной стороне тела — рукой. Однако существует также значительно

Исследование расщепленного мозга

61)

меньшее количество ипсилатеральных волокон, которые позволяют каждому полушарию осуществлять определенное управление рукой, расположенной на той же стороне тела. Ипсила-теральный моторный контроль имеет обычно довольно грубый* характер и ограничивается движениями всей руки или кисти. Тонкие движения пальцев требуют участия контралатерально-го полушария и вообще не могут управляться ипсилатераль-ным.

В данной задаче правое полушарие, которое лучше узнает лица, чем левое, демонстрирует свою примитивную способность управлять правой рукой, используя ипсилатеральные волокна. Однако, когда испытуемых просят сказать о том, что они видели, число ошибок возрастает, и большинство ответов-относятся к лицу, которое видело левое полушарие¹. Когда задача на узнавание лиц ставится так, что в ее решении должно принять участие левое полушарие (если требуется дать словесный ответ), мы видим, что оно может выполнить задание, но делает это не так хорошо, как правое полушарие.

Другое исследование, в котором использовались изображения таких объектов, как мак, рог и жук, разделенные пополам,, чтобы создать химерные стимулы, дало почти идентичные результаты. Если нужно было показать, больные выбирали объекты, которые видели правым полушарием. Если просили сказать о том, что они видели, они давали больше «левополушар-ных» ответов.

Эти результаты также указывают на более высокие способности правого полушария к обработке невербальных зрительных стимулов.

Доминантность и компетентность

Леви сделала вывод, что в определении результатов этих опытов играют роль два фактора [26]. Первый — *доминантность*— тенденция одного полушария обрабатывать информацию и управлять ответной реакцией. Второй — *компетентность*— способность полушария выполнять задание, требуемое экспериментом. В двух только что рассмотренных исследованиях с химерными изображениями левое полушарие показало способность узнавать лица и предметы, когда от испытуемого требовали словесного ответа. Однако оно не было доминантным в этой деятельности: в ситуации с показом виденного ру-

¹ Большинство ответов, но не все, относились к лицам, предъявляемым левому полушарию. Более чем случайное число ответов относилось также и к лицам, предъявляемым правому полушарию. Исследователи считают возможным, что в этих случаях правое полушарие управляло речью. Однако более вероятным объяснением представляется то, что латерализация входов была несовершенной и что стимулы, предъявляемые в левом поле зрения,, случайно проецировались на левое полушарие.

€2

Глава II

«Предрасположенность» полушарий: кто тут все-таки командует?

В исследованиях, рассматривавшихся нами до сих пор, полушарием, управляющим ответной реакцией в условиях свободного выбора, всегда было то, которое обладало большими способностями к выполнению данного задания. Интуитивно это ■ вполне понятно. Если в данной ситуации возможности полушарий неодинаковы, то более «способное» возьмет на себя ответственность за выполнение реакции. Однако относительно недавние (исследования указали на то, что это не всегда так и что предрасположенность полушарий к ответу может быть в •отдельных случаях разной.

Исследование расщепленного мозга

63.

Джеррѐ Леви и Кальвин Тревартен составляли химерные изображения из рисунков обычных предметов и просили испытуемых указать на сходную картинку из множества свободно, рассматриваемых [28]. Парный предмет можно было подобрать либо по функциональному назначению, либо по внешнему сходству (для примера посмотрите на рис. 2.9). В каждой пробе в число объектов для выбора, предъявляемых левому и правому полушарию, включались как внешне сходные, так и функционально единые предметы. Это позволило исследователям посмотреть, имеется ли у каждого полушария предпочитаемый им «способ» подбора пары. Исследователи предполагали, что левое полушарие наилучшим образом будет подбирать-пары по функциональному назначению, а выбор по внешнему виду будет специальностью правого полушария.

Это предсказание основывалось на данных, полученных на одном больном, которому давали неопределенную инструкцию' подобрать «похожие» предметы. Ответы на стимулы, предъявляемые левому полушарию, были по преимуществу функциональными, тогда как ответы на стимулы, предъявляемые правому полушарию, основывались на внешнем сходстве. Затем того же испытуемого и других больных инструктировали определенным образом: сделать выбор на основании назначения: предмета или его внешнего вида. В целом при инструкции выбирать по назначению такие пары подбирались на стимулы,, воспринимаемые левым полушарием, а при инструкции подбирать по виду — на стимулы, предъявляемые правому полушарию.

Однако характер значительного числа ответов не соответствовал ожидаемому.

В некоторых случаях при инструкции^ подбирать по внешнему сходству испытуемый отвечал на стимул, предъявлявшийся правому полушарию, но подбирал парный к нему предмет по функциональному назначению. Подобным же образом инструкция подбирать по назначению иногда приводила к ответу на левополушарный стимул, основанному на внешнем виде. В этих случаях соответствующее инструкции полушарие отвечало, но отвечало «несоответствующим» образом. Наблюдалось также и обратное: неподходящее с точки зрения характера инструкции полушарие иногда управляло-ответом, используя «соответствующий» способ обработки информации. Например, основанный на функциональном назначении ответ при инструкции подбирать по назначению могло* дать правое полушарие; основанный на внешнем сходстве ответ при инструкции подбирать по виду могло дать левое полушарие.

Эти результаты показывают, что данное полушарие не всегда выполняет задания, для решения которых оно считалось-преобладающим, и при выполнении задачи не всегда обраба-

<64

Глава &

Разделенное сознание и механизмы объединения

При определенных условиях каждое полушарие больного с расщепленным мозгом функционирует, по-видимому, как независимое устройство для обработки информации, что приводит к результатам, напоминающим поведение двух отдельных индивидуумов. Как описал Сперри:

«Каждое полушарие... имеет свои собственные... «личные» ощущения, восприятия, намерения и мысли, отсеченные от соответствующего опыта другого полушария. Каждое левое и правое полушарие обладает своей собственной памятью и опытом познания, которые недоступны для воспроизведения другим полушарием. Во многих отношениях каждое из разъединенных полушарий имеет, по-видимому, отдельное «самосознание».

Тем не менее вскоре после комиссуротомии большинство случайных наблюдателей не заметило бы ничего необычного в поведении большей части больных с расщепленным мозгом. В действительности больной, оправившись после операции, смог бы, вероятно, через год-два без каких-либо трудностей пройти обычное медицинское обследование, если бы о том, что он перенес операцию, не знал бы никто из посторонних. Речь, понимание языка, личность, двигательная координация — все это удивительным образом сохраняется у больных без мозолистого тела и других комиссур.

Что позволяет двум отдельным полушариям действовать ■как единое целое в ходе повседневной деятельности этих больных? Целый ряд механизмов объединения (некоторые из них ■были нами уже рассмотрены) компенсирует, по-видимому, отсутствие комиссур. Сопряженные движения глаз, а также наличие проекций каждого глаза к обоим полушариям играют важную роль в создании единства зрительной картины мира. Движения глаз, запускаемые одним полушарием для того, что-<бы обеспечить прямое видение предмета, служат также и для того, чтобы сделать информацию доступной для другого полушария. Таким образом в значительной мере предотвращается конфликт, который мог бы произойти из-за восприятия двумя полушариями различных половин поля зрения.

Исследование расщепленного мозга

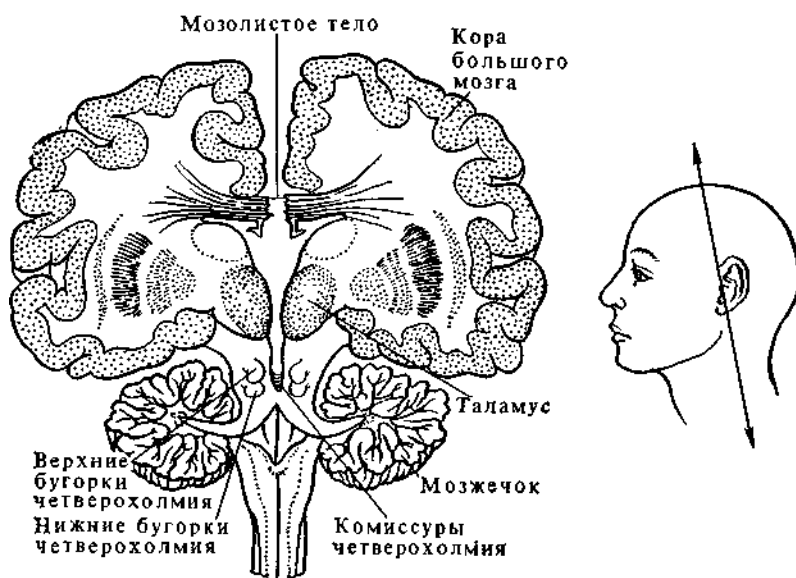


Рис. 2.11. Степень разъединения мозга после передиемозговой комиссуротомии. Структуры среднего мозга остаются связанными комиссурами четверохолмия (Sperry R. W. The Great Cerebral Comissure, 1964). В связи с исследованиями, в которых применялись химерные изображения, упоминалось об участии в осязании ипсила-теральных волокон наряду с контралатеральными. Такая организация дает полушариям другое средство узнавать о стимуляции обеих сторон пространства. Информация, поступающая по ипсилатеральным путям, обычно не является достаточно полной и адекватной для того, чтобы дать больному возможность назвать предмет, который он держит в левой руке. Однако ипсилатеральные пути все же обеспечивают полушария частичной информацией.

Информация становится доступной для обоих полушарий благодаря еще одному фактору — передаче по комиссурам, расположенным в глубоких областях мозга. Значительная часть мозга, расположенная под корой, не разделяется при комиссуротомии. При операции расщепления мозга у человека рассе- каются пучки волокон, соединяющие кортикальные области мозга. Перерезаются основные волокна, соединяющие полушария, но другие, менее крупные комиссуры остаются интактными. Эти комиссуры соединяют парные структуры, являющиеся частью мозгового ствола. Они показаны на рис. 2.11.

Одна из таких структур, верхние бугорки четверохолмия, участвует в определении положения предметов и в слежении

66

Глава 2

за их перемещениями. Считается, что в зрительном восприятии внешнего мира верхние бугорки отвечают за аспект «где», а не «что» или тонкую проработку деталей. Левые и правые верхние бугорки сообщаются посредством соединяющих их комиссур, так что каждое полушарие получает информацию о местоположении предметов независимо от того, в какую часть поля зрения они попадают.

Считается также, что в процессе, посредством которого оба полушария вовлекаются в эмоциональные реакции, играет роль ствол мозга. Полагают, что изменения эмоционального состояния, вызванные предъявлением чего-либо только одному полушарию, частично распространяются на другое через пути мозгового ствола. Однако пути распространения эмоциональных изменений выделить трудно, поскольку в эмоции включается слишком много внешних изменений, управляемых и воспринимаемых обоими полушариями. Кроме возможности прямой передачи эмоционального «фона» через комиссуры мозгового ствола, явные изменения в деятельности организма, вызванные реакцией одного полушария, могут быть восприняты другим по

механизму перекрестного подсказывания.

Более тщательная оценка вклада структур мозгового ствола и его комиссур в процессы восприятия, в эмоции и другие виды поведения человека является задачей будущих исследований. Больные с расщепленным мозгом с их несомненным единством психической деятельности послужили бы в высшей степени полезным источником такой информации.

Частичная комиссуротомия

После операций расщепления мозга, произведенных в начале 60-х годов, несколько хирургов попытались воздействовать на течение не поддающейся лечению эпилепсии путем менее радикальных операций, чем перерезка всех комиссур переднего мозга. Идея заключалась в том, чтобы ограничить операцию областями мозолистого тела и передней комиссуры — наиболее вероятными путями переноса эпилептических разрядов у данного больного. Если источник эпилептических разрядов локализован в определенной области мозга, полагали они, то перерезка только тех волокон, которые соединяют эту область с противоположным полушарием, должна помочь сдержать распространение судорожной активности.

Именно это пытался сделать Ван Вэггенен в своих первых операциях по расщеплению мозга в 40-е годы. Однако его операции не всегда предотвращали распространение судорог. Успех полной комиссуротомии вдохновил нейрохирургов спустя два десятилетия снова попробовать сделать частичную операцию. Результаты оказались вполне приемлемыми как с меди-

Исследование расщепленного мозга

67

цинской, так и с научной точки зрения. Растущее число испытуемых с перерезкой только отдельных частей межполушарных комиссур дало исследователям возможность изучать функции отдельных областей комиссур. Один из вопросов состоял в том, какие виды информации передаются через отдельные области комиссур. Для того чтобы ответить на этот вопрос, Газзанига и его коллеги исследовали группу больных с частичной комиссуротомией, выполненной доктором Дональдом Уилсоном. Работа с этими больными указала на высокую степень специализации функций внутри комиссур мозга человека.

Части передней области мозолистого тела отвечают за передачу соматосенсорной, или осязательной, информации. Задняя треть мозолистого тела, называемая *сплениум* (splenium), переносит зрительную информацию. Недавно было обнаружено, что зрительную информацию у некоторых, но не у всех, больных переносит, по-видимому, также передняя комиссура [31].

После перерезки передней половины мозолистого тела больной не сможет сказать, что у него в левой руке, но скажет, какое изображение вспыхивало в левом поле зрения. Осязательная информация не доходит до речевого левого полушария, тогда как зрительная к нему поступает. После перерезки только задней части мозолистого тела (сплениума) сенсорное разобщение может либо проявляться, либо не проявляться в зависимости от того, способна ли передняя комиссура данного больного передавать зрительную информацию. Определение предметов с помощью осязания останется нормальным в любом случае.

После частичной комиссуротомии у больных отмечается интересная способность определять соответствие предметов с помощью зрения и осязания, несмотря на то что перенос информации той или другой модальности у них нарушен операцией. Например, больного просят подержать в правой руке скрытый от глаз предмет. Затем он смотрит на изображение, вспыхивающее в его левом поле зрения, и решает, идентичны ли эти предметы.

В случае перерезки осязательной или зрительной области комиссуры больной хорошо справляется с этой задачей. В первом случае левое полушарие,

очевидно, основывает решение на сопоставлении осязательной информации со зрительной, переданной от правого полушария. Во втором случае правое полушарие делает выбор, сравнивая зрительную информацию с осязательной, перенесенной через мозолистое тело от левого полушария.

Частичная комиссуротомия оказалась вполне эффективной процедурой для облегчения состояния некоторых больных эпи-

68

Глава 2

лепсией. Кроме того, она представляет существенный интерес с исследовательской точки зрения. Она помогла и еще поможет в дальнейшем уточнить наши знания о роли различных участков межполушарных путей и связываемых ими областей мозга. Так как анатомические проекции волокон известны, можно оценить, какие области связываются волокнами, не затронутыми частичной комиссуротомией. Тогда способность или неспособность больного выполнить латерализованное задание и осуществить необходимый для этого перенос может показать, какие области мозга вовлекаются в решение этой задачи.

Какова функция мозговых комиссур?

Мы начали эту главу сообщением о тайне, окружавшей функции мозолистого тела. Приблизились ли мы теперь к ее пониманию? Простым ответом было бы сказать: «Да, мы знаем, что межполушарные комиссуры переносят информацию, полученную одним полушарием, к другому». Хотя это и верно, такой ответ не является содержательным и полным. Мы хотим знать, по крайней мере, о природе переносимой информации и о том, как она используется полушариями.

Некоторые исследователи предполагали, что через мозолистое тело передается, главным образом, сенсорная информация и это обеспечивает полное представительство всех сенсорных входов в каждом полушарии. Мы не знаем, однако, действительно ли необходимо отдельное представительство окружающего мира в каждом полушарии. В конце концов, животные и люди с расщепленным мозгом очень хорошо ориентируются в нормальной обстановке, вне хитроумных лабораторных тестов.

Возможно, в таком случае, что мозолистое тело переносит более сложную, переработанную информацию и осуществляет иную функцию, чем просто обеспечение двойного представительства сенсорных входов. Однако, прежде чем обсуждать эти вопросы дальше, давайте коротко рассмотрим возможные основы и значение асимметрий в функциях человеческого мозга. Представляется вероятным, что для понимания роли комиссур потребуются понимание природы межполушарной асимметрии.

Модель асимметрии мозга

Постулировалось, что функции левого и правого полушария дивергировали в процессе эволюции. Области левого полушария стали лучше справляться с созданием быстро изменяющихся моторных паттернов, таких, как те, которые связаны с тонким управлением движениями рук и голосовым аппаратом. Они стали также более искусными в обработке быстро изменяющихся-

Исследование расщепленного мозга

69

ся слуховых паттернов, производимых голосовым аппаратом во время речи.

Дальнейшие размышления привели к возникновению идеи о том, что левое полушарие специализируется на последовательной обработке информации и, следовательно, является более аналитическим из двух полушарий. Этот аналитический? способ обработки информации, как полагают, относится ко всей входной информации, а не только к речи. Зрительная информация, например, будет обрабатываться аналитическим способом путем ее расчленения и преобразования с точки зрения характерных деталей.

В противоположность этому, области правого полушария стали лучше

справляться с одновременной обработкой видов информации, необходимых для восприятия пространственных паттернов и взаимоотношений. Их специальностью, как утверждали, является выполнение и разработка процессов, рассматриваемых как основные для зрения и зрительной памяти. Последующие размышления привели к представлению о том, что правое полушарие при обработке всех видов информации выступает как более способное к синтезу, чем левое.

Хотя некоторые из этих понятий, описывающих функции левого и правого полушарий, неопределенны и для того, чтобы их прояснить, потребуется дальнейшая работа, ясно, что различия в этом плане существуют на самом деле. Некоторые исследователи считали, что принципиальная несовместимость механизмов, лежащих в основе этих двух способов обработки информации, объясняет их эволюционное развитие в разных полушариях.

Немедленно приходит на ум вопрос, каким образом два полушария делят между собой управление поведением в повседневной обстановке? Первая возможность, которую рассматривали исследователи, заключается в том, что одно полушарие (обычно левое) доминирует в управлении поведением. На этой идее было основано первоначальное представление о доминантности полушарий. Оно поддерживалось результатами ранних исследований больных с расщепленным мозгом, показавшими, что левое полушарие принимает на себя управление ответной реакцией в ситуациях, когда два полушария одновременно получают различные входные сигналы. Незамеченным остался тот факт, что эти тесты обычно включали лингвистические стимулы (например, слова) и часто требовали словесного ответа. В таких условиях вовсе не удивительно было обнаружить «доминирование» левого — «речевого» — полушария.

Другое представление — представление о постоянном соперничестве полушарий в управлении поведением — является результатом последующих данных, полученных на больных с расщепленным мозгом. Когда применили более широкий набор

70

Глава 2

тестов, включающий и такие задачи, которые лучше могли быть выполнены правым полушарием, выявились интересные результаты. Например, в исследованиях с химерными изображениями, как мы видели, не всегда можно предсказать, какое полушарие будет управлять ответной реакцией, несмотря на то что характер инструкции подразумевает «вовлечение» одного полушария. Такого рода наблюдения привели к предположению о существовании тонко сбалансированных отношений между полушариями, когда одно или другое принимает управление на себя, в зависимости от задачи, а также от других, пока еще точно не установленных факторов.

Некоторые исследователи предположили, что в достижении гармонии между полушариями в нормальном мозгу важную роль играет мозолистое тело и другие комиссуры, которые служат для интеграции вербального и пространственного способов мышления в единое поведение. Каким образом достигается эта гармония? Заключается ли дело просто в обеспечении обоих полушарий одинаковой информацией или здесь участвует более сложная система торможения или подавления активности в полушариях?

Комиссуры как межполушарные интеграторы

Это возвращает нас к вопросу о роли мозговых комиссур. Определенного ответа на этот вопрос пока нет. В настоящее время мозолистое тело и другие комиссуры, вероятно, лучше всего рассматривать в качестве проводников, через которые полушария обмениваются информацией и, возможно, «улаживают» проблемы, связанные с конфликтами между независимыми обрабатываемыми элементами. Поскольку комиссуры являются просто пучками нервных волокон, сами по себе они не могут ничем управлять. Но они

могут служить каналами, через которые осуществляется синхронизация работы полушарий и предотвращается удвоение усилий или конкуренция. Эта интеграция, возможно, совершается просто за счет того, что мозолистое тело служит сенсорным «окном» и обеспечивает отдельное и полное представительство всех сенсорных входов в каждом полушарии. Однако представляется более вероятным, что в норме через комиссуры передаются более сложные, уже переработанные сигналы, информирующие каждое полушарие о событиях в другом и в какой-то степени управляющие соответствующими операциями в них. Это позволяет целому мозгу интегрировать способности отдельных полушарий.

На ранних этапах эволюции и развития симметричной телесной организации постоянная передача сенсорной информации от одной стороны к другой была, возможно, существенной

Исследование расщепленного мозга

71

функцией межполушарных путей. Представляется вероятным, однако, что с развитием асимметрий в функциях мозга эти пути стали играть более ведущую роль.

Если это так, то почему мы не видим свидетельств каких-либо серьезных нарушений у больных с расщепленным мозгом? Ранее мы обсудили по крайней мере часть ответов на этот вопрос, а именно тот факт, что разъединение полушарий у этих: больных на самом деле никогда не бывает полным. Другое возможное объяснение состоит в том, что наиболее важную роль комиссуры играют в раннем периоде развития после рождения. Повреждение их на более поздних сроках, возможно, не столь существенно, так как различия и взаимоотношения между полушариями уже установились. Что происходит, если межполушарные комиссуры повреждаются при рождении? Хотя операций расщепления мозга у детей никогда не проводили, есть сообщения о нескольких случаях врожденного отсутствия мозолистого тела, которые могли бы позволить понять его роль в развитии [32]. К сожалению, эти случаи трудны для интерпретации. Невозможно выяснить, являются ли какие-либо нарушения следствием отсутствия комиссур, или они представляют собой, просто другие проявления неправильного развития, выразившегося в первую очередь в недоразвитии комиссур¹.

Резюме

Обзор данных, полученных на испытуемых с расщепленным мозгом, привел нас к заключению, что специализация полушарий не является феноменом типа «все или ничего», а представляет собой, скорее, некий континуум. Недавние исследования больных с расщепленным мозгом обнаружили, что каждое полушарие способно справиться со многими видами задач, но часто одно отличается от другого как по подходу к их решению, так и по эффективности.

Почти любой вид поведения или психической деятельности человека, однако, явно затрагивает не только особые функции каждого из полушарий, но и то, что является общим для них обоих.

¹ Случаи недоразвития мозолистого тела без других симптомов чрезвычайно редки. Большое число данных указывает на то, что речевые функции у этих людей распределены более билатерально, чем у неврологически нормальных. Это открытие можно было предсказать на основании наших знаний о пластичности мозга. Было обнаружено также, что у лиц с недоразвитием мозолистого тела коэффициент умственного развития (IQ — Ай-Кью) обычно бывает на границе нормы или ниже. Хотя и соблазнительно увидеть причинную связь между умственными способностями и развитием мозолистого тела, ясно, что на основании этих данных сделать этого нельзя.

72

Глава 2

В исследованиях больных с расщепленным мозгом, речь продолжает выступать как наиболее выраженное и глубокое различие между левым и правым мозгом. Некоторые исследователи убеждены, что все другие межполушарные различия представляют собой проявления вербальной асимметрии [33]. Они утверждают, что область левого полушария, специализировавшаяся на языковых функциях, уже не может справляться с обработкой пространственной информации, прежде выполняемой любой из половин мозга. Правое полушарие тогда представляется специализированным для ориентации в пространстве, хотя его специализация на самом деле является результатом «дефицита» левого полушария, а не «превосходства» правого. Это представление дает интересную перспективу в отношении проблемы развития латерализации, хотя его чрезвычайно трудно «подтвердить» в обычном смысле слова.

Глава 3

Изучение асимметрий нормального мозга

К счастью, большинство людей неврологически здоровы и имеют два неповрежденных полушария, соединенных интактными комиссурами. Что говорят нам данные о левом и правом мозге, полученные на больных с повреждениями мозга и с расщепленным мозгом, о роли двух полушарий у остального человечества?

Мы уже рассматривали некоторые из проблем, возникающих при попытках вывести заключение о работе нормального мозга из клинических исследований. Мы видели, что определенный дефицит, развивающийся в результате повреждений отдельных областей мозга, не обязательно означает, что эта область контролировала нарушенную функцию. Мы отмечали также поразительную приспособляемость мозга, которая осложняет интерпретацию данных, полученных при исследовании больных с повреждением мозга и с расщепленным мозгом.

Из-за этих трудностей невозможно сделать твердое заключение о работе нормального мозга только на основании того, что мы узнали из клиники его повреждений. Клиника может указать нам, что искать, но для того, чтобы сделать точные выводы о нормальной работе мозга, необходимо получить подтверждение ее данных в исследованиях нормального мозга. Проблема состоит в разработке способов изучения вклада в поведение, вносимого каждой половиной мозга в интактной системе.

Исследование асимметрий у нормальных людей проводилось несколькими методами. Одна из наиболее старых и широко применявшихся методик использует преимущества естественного разделения зрительных путей. Это разъединение четко делит наш зрительный мир на два поля, каждое из которых проецируется на одно полушарие. Показывая материал слева или справа от точки фиксации взора в течение очень короткого времени, исследователи имеют возможность латерализовать входы, т. е. предъявлять стимулы только одному полушарию. Из-за наличия межполушарных связей это одностороннее предъявление длится только долю секунды, но этого, по-видимому, достаточно для того, чтобы позволить сопоставить способности полушарий.

Подобным образом устроена и слуховая система: было обнаружено, что одновременная подача различной слуховой ин-

74

Глава 3

формации на каждое ухо приводит к начальной латерализации слуховых стимулов. Информация, предъявляемая левому уху, проецируется сначала на правое полушарие, а информация, предъявляемая правому уху, латерализуется в левом. Эта процедура, называемая *дихотическим прослушиванием*, позволила исследователям изучать сходство и различия в способах обработки полушариями речи, а также других видов слуховой

информации.

Более умозрительные, но тем не менее интересные подходы к исследованию асимметрии у нормальных людей включали тщательное наблюдение за поведением при выполнении различных заданий. Например, регистрация движений глаз, человека в ту или другую сторону использовалась для того, чтобы показать, какое из полушарий более активно при решении той или иной задачи или в процессе интеллектуальной игры. В опытах по другой методике исследователи наблюдают за результатами выполнения нескольких задач одновременно. Идея заключается в том, что если выполнение одной задачи в наименьшей степени мешает выполнению другой, то они, вероятно, контролируются различными частями мозга, а в некоторых случаях, возможно, — разными полушариями.

В этой главе мы рассмотрим данные, полученные при исследовании нормальных людей с помощью этих методик.

Асимметрия и зрение

Исследование зрительной асимметрии у нормальных людей часто напоминает обстановку опытов на больных с расщепленным мозгом. Зрительные стимулы, вспыхивающие на короткое время в левом поле зрения, проецируются сначала на правое полушарие; стимулы, вспыхивающие в правом поле зрения, вначале проецируются на левое полушарие. У больных с расщепленным мозгом эта начальная латерализация сохраняется и в последующем, так как связи между полушариями рассечены. У нормальных же людей связи интактны и могут переносить информацию, предъявленную любому из полушарий. Тем не менее было обнаружено, что при выполнении человеком определенных заданий можно выявить различия, в зависимости от того, в каком поле зрения — правом или левом — предъявляется задача.

Различия полей зрения — результат навыков чтения или признак межполушарной асимметрии?

В начале пятидесятых годов Мортимер Мишкин и Дональд Форгейз показали, что нормальные праворукие испытуемые лучше идентифицируют английские слова, если они вспыхивают

Изучение асимметрий нормального мозга

75

вают справа, а не слева от точки фиксации взора. Однако если таким же образом людям, умеющим читать на идиш, предъявлялись слова этого языка, то обнаруживалось небольшое преимущество левого поля зрения. Авторы сделали вывод о том, что совершенствование навыков чтения связано с созданием «более эффективной нервной организации, которая развивается в соответствующем полушарии мозга (левом для английского языка, правом — для идиш)». Другими словами, приобретение навыков в определенном направлении приводит к тому, что написанные английские слова лучше воспринимаются правым полем зрения, тогда как слова идиш (языка, на котором читают справа налево) более точно обрабатываются в левом поле зрения. [1]

Это объяснение в течение нескольких лет пользовалось широкой популярностью, хотя оно не затрагивало вопроса о том, почему преимущество правого поля зрения для английских слов значительно больше, чем преимущество левого для слов на идиш. Однако спустя десятилетие публикация результатов работы на калифорнийской группе больных с расщепленным мозгом указала на возможную причину отсутствия параллелизма в величине различий.

Больные с расщепленным мозгом, как мы уже видели, демонстрируют ярко выраженные различия в способности воспроизводить английские слова, предъявляемые в левом или правом поле зрения. Эти различия интерпретировали как отражение функциональных различий между полушариями в плане языковых функций. Возможно, предположили

исследователи, асимметрия, обнаруживаемая у больных с расщепленным мозгом, вносит свой вклад и в понимание различий полей зрения, наблюдаемых у нормальных людей. Тогда данные Мишкина и Форгейза можно было бы объяснить одновременным действием двух факторов: преимуществом одного поля зрения, обусловленным приобретенными навыками чтения на определенном языке, накладывающимся на преимущество правого поля зрения, проистекающее из различий между левым и правым мозгом.

Эта интерпретация была проверена в более поздних исследованиях, в которых изучали асимметрию полей зрения, предъявляя слова английского языка и идиш, написанные по вертикали для минимизации возможного влияния направления считывания. В случае уменьшения влияния направления считывания двухфакторная интерпретация предсказывает выявление преимущества правого поля зрения для слов обоих языков, основанного на функциональных различиях между полушариями. Именно такие результаты и были получены [2].

Эти данные, а также ряд других, которые мы рассмотрим позже, поддержали представление о том, что различия полей

76

Глава 3

зрения у нормальных людей отражают асимметрию их мозга. Это чрезвычайно важное заключение, поскольку оно означает, что различия между левым и правым мозгом, обнаруженные в клинических исследованиях, существуют и в нормальном мозгу и что эти различия действительно можно изучать на нормальных людях.

Почему латерализованное предъявление приводит к асимметричному выполнению заданий?

Прежде чем сосредоточить внимание на других данных, поддерживающих вывод об отражении в различиях полей зрения асимметрий мозга нормальных людей, нам следует обратиться к фундаментальному вопросу. Если функциональные различия между полушариями даже и существуют у нормальных людей, то почему они отражались в различном выполнении заданий при стимуляции двух полей зрения? Несмотря на начальную латерализацию или одностороннее предъявление, вся входная информация имеет доступ к обоим полушариям. Очень короткое время предъявления стимула по одну сторону от точки фиксации взгляда обеспечивает начальное прямое поступление информации только к одной половине мозга, но по связям между полушариями информация о стимуле может почти мгновенно передаваться на другую сторону. Почему же тогда мы обнаруживаем связанные с полем зрения различия в выполнении заданий?

Ответ, по-видимому, заключается в том, что полушарие, получающее информацию о стимуле прямо, имеет преимущество перед полушарием, получающим ту же информацию непрямым способом, через межполушарные комиссуры. Причины такого преимущества не вполне ясны, но предполагалось несколько возможностей.

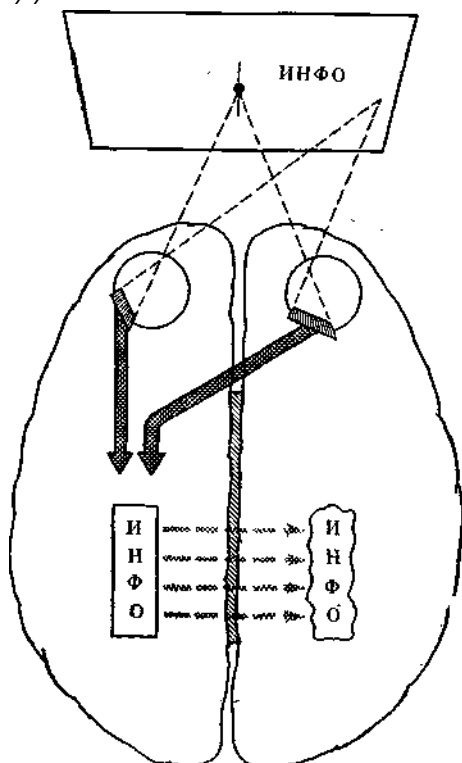
Возможно, что передача между полушариями приводит к некоторой потере четкости информации. Рис. 3.1 схематически иллюстрирует этот момент. Возможно также, что через комиссуры проходят только определенные виды или уровни информации. Динамика полностью интактного мозга может быть такой, что перекрестные связи служат в большей мере для торможения удвоения обработки, чем для передачи необработанной информации о сенсорном стимуле.

Несмотря на неопределенность в вопросе о точной причине преимущества одного полушария, исследователи предположили, что информация, предъявляемая только в одном поле зрения, наиболее эффективно обрабатывается полушарием, получающим ее первым. Асимметрии полей зрения проявляются в заданиях, для выполнения которых полушария

изначально не обладают равными способностями. Можно ожидать, что в условиях, ког-

Изучение асимметрий нормального мозга

77



да информация прямо предъявляется полушарию, специализированному для определенной функции, выполнение будет лучшим, т. е. более точным или быстрым, чем в условиях, когда информация сначала идет к другой половине мозга.

Возможно, самым сильным свидетельством в пользу этой модели различий в полях зрения является то, что эти различия отражают, по-видимому, асимметрию между полушариями, как и различия, выявленные исследованиями больных с повреждением мозга и с расщепленным мозгом. В то время как в ряде заданий с использованием слов и букв у нормальных людей обнаруживается преимущество правого поля зрения, для стимулов, которые обрабатываются, как полагают, правым полушарием, показано преимущество левого поля зрения.

Например, в нескольких исследованиях показано, что люди узнают лица, предъявленные в левом поле зрения, быстрее, чем лица, предъявленные в правом [3]. В другой работе показано, что испытуемые точнее вспоминают расположение точек на карточке, если материал вначале предъявлялся правому полушарию [4]. Эти данные в значительной мере поддерживают представление о том, что различия полей зрения отражают межполушарные различия: преимущество правого поля зрения отражает специализацию левого полушария для языковых функций, а превосходство левого зрительного поля является результатом специализации правого полушария для обработки зрительно-пространственных стимулов.

Рис. 3.1. Вопрос о качестве информации, предъявляемой через комиссуры, является сложным. Полушарие, получающее информацию в условиях латерализованного предъявления не прямо, может находиться в невыгодном положении, обусловленном любой из нескольких возможных причин, включая потери времени, ограничения на виды передаваемой информации и тормозные процессы между полушариями.

78

Глава 3

Следует отметить, что исследования с использованием невербальных

стимулов не дали столь же согласующихся между собой результатов, как исследования с использованием слов и букв. В некоторых работах, где применялись геометрические фигуры и бессмысленные формы, не обнаружено никаких различий между двумя полями зрения; другие же исследования сообщали о различиях в выполнении заданий [5]. Однако большинство работ, в которых отмечались различия между полями, показывает превосходство левого поля зрения. Проблема состоит в том, что многие исследования с использованием стимулов, которые, по мнению экспериментаторов, должны обрабатываться правым полушарием, не выявляют каких-либо различий между полями зрения. Это напоминает проблему, с которой столкнулись исследователи в работах на больных с расщепленным мозгом, когда стали искать свидетельства существования особых функций правого полушария. Функции правого полушария оказались намного менее уловимыми, чем функции левого. Сходная картина выявилась и в исследованиях на неврологически нормальных испытуемых.

Асимметрия и слух

Для исследования межполушарных различий использовались также методики, позволяющие латерализовать слуховую информацию. Дорин Кимура, работая в Монреальском неврологическом институте, обратила внимание на то, что при определенных условиях испытуемые более точно идентифицировали слова, предъявляемые на правое, а не на левое ухо. Кимура применяла методику дихотического прослушивания, в которой испытуемые слушают два различных сообщения, подаваемых одновременно так, что каждое ухо воспринимает только одно-сообщение. Она хотела сравнить больных с повреждением мозга и нормальных испытуемых в тесте по выполнению задания, связанного с перегрузкой информацией.

Дихотическое прослушивание

Стимулы, которыми пользовалась Кимура, состояли из пар однозначных чисел, например «два» и «девять»¹. Члены каждой пары записывались на отдельные дорожки магнитной ленты; начало их звучания совпадало. Испытуемые прослушивали через наушники пробы, состоящие из 3 пар чисел, быстро следующих одна за другой. После каждой пробы их просили воспроизвести в любом порядке как можно больше чисел из шести предъявлявшихся.

¹ В английском языке числа от 1 до 10 на слух воспринимаются как односложные слова примерно равной длительности. — *Прим. ред.*

Изучение асимметрий нормального мозга

79

Кимура обнаружила, что больные с повреждением левой височной доли делают это значительно хуже, чем больные с повреждением правой височной доли. Однако независимо от локализации повреждения испытуемые обычно более точно воспроизводили числа, подававшиеся на правое ухо. Такое же преимущество правого уха было обнаружено и у нормальных контрольных испытуемых [6].

Данные о худшем, в целом, выполнении задания больными с повреждением левого полушария можно было предсказать. Задача с дихотическим прослушиванием затрагивает способности понимать речь и говорить, что является функциями главным образом левого полушария, и у больных с левосторонним повреждением они могли быть до некоторой степени нарушены. Удивляло, однако, выявление асимметрии слуха.

Некоторые сведения по анатомии объясняют, почему эта асимметрия оказалась неожиданной. В отличие от сетчатки, одна половина которой проецируется на мозг контралатерально, а другая — ипсилатерально, каждое ухо посылает информацию от всех своих рецепторов к обоим полушариям. Таким образом, полная информация о стимуле, предъявленном правому уху, изначально представлена в обоих полушариях. То же относится и к левому

уху. Даже если обработка речевых сигналов может производиться только в одном полушарии, мы не могли рассчитывать увидеть какие-либо свидетельства асимметрии, поскольку каждое ухо имеет прямой доступ к обоим полушариям.

Модель слуховой асимметрии по Д. Кимура

Для объяснения своих данных Кимура привлекла результаты исследований на животных, указывающие на то, что конт-ралатеральные проекции от уха к мозгу мощнее, чем ипсилатеральные [7]. Она предположила также, что при одновременном предъявлении на разные уши двух различных стимулов разница в мощности путей увеличивается настолько, что передача по ипсилатеральному пути подавляется. Приняв эти предположения, можно объяснить преимущество правого уха.

В условиях дихотического предъявления приложенный к левому уху стимул может достигнуть левого полушария одним из двух способов — через ипсилатеральный путь, передача в котором угнетена, или через контралатеральные пути к правому полушарию и затем через межполушарные комиссуры. У стимула, приложенного к правому уху, путь проще: он достигает левого полушария по контралатеральному пути. Поскольку он прибывает в левое полушарие в лучшем состоянии для обработки, чем его партнер, предъявлявшийся на левое ухо, возникает небольшое преимущество правого уха. Модель Дорин Кимура представлена схематически на рис. 3.2.

80

Глава 3

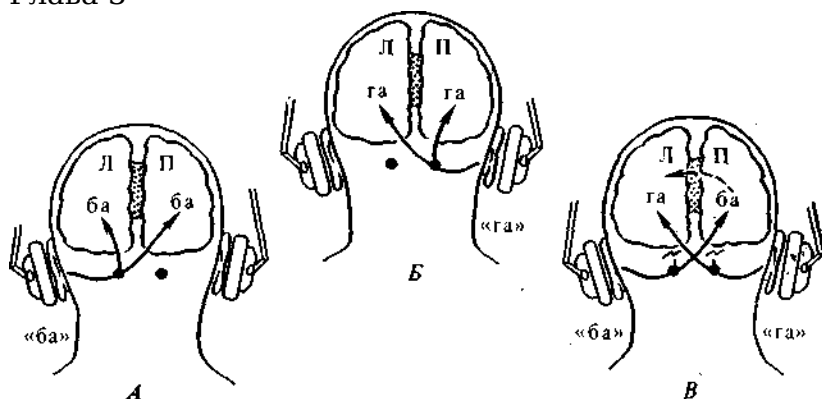


Рис. 3.2. Модель слуховой асимметрии у нормальных людей, предложенная Д. Кимура. А. При монауральном предъявлении стимула на левое ухо информация передается к правому полушарию по контралатеральным путям и к левому полушарию по ипсилатеральным путям. Испытуемый правильно называет слог («ба»). Б. При монауральном предъявлении стимула на правое ухо информация посылается к левому полушарию по контралатеральным путям и к правому полушарию по ипсилатеральным. Испытуемый правильно называет слог («га»). В. При дихотическом предъявлении передача в ипсилатеральных путях подавлена, поэтому «га» поступает только к левому (речевому) полушарию. Слог «ба» достигает левого (речевого) полушария только через комиссуры. Вследствие этого слог «га» идентифицируется обычно более точно, чем «ба» (преимущество правого уха).

Представления Дорин Кимура получили определенную поддержку в исследованиях, показывающих отсутствие существенных различий в способности испытуемых определять или идентифицировать стимулы, предъявлявшиеся одновременно отдельно каждому уху. У некоторых испытуемых может быть потеря слуха на одно или оба уха, но, судя по данным, накопленным при исследовании большого числа испытуемых, выполнение задания при участии любого уха происходит одинаково [8]. Это означает, что в обычных условиях в отсутствие какой-либо конкуренции со стороны контралатеральных путей ипсилатеральных волокон достаточно для

того, чтобы обеспечить хорошее выполнение задания. Этот вывод был подтвержден в работе на испытуемых с расщепленным мозгом.

Дихотическое прослушивание у испытуемых с расщепленным мозгом: проверка некоторых предположений

У больных с расщепленным мозгом отмечаются нормальные реакции, если речевые стимулы предъявляются на одно ухо. Так же как и неврологически нормальные люди, они одинаково

Изучение асимметрий 'нормального' мозга

81

хорошо могут идентифицировать слова, слышанные любым ухом. Это показывает, что в условиях монаурального предъявления работает ипсилатеральный путь от левого уха к левому полушарию. Однако, если больным с расщепленным мозгом речевые стимулы предъявляются дихотически, наблюдается ярко выраженная, многократно усиленная слуховая асимметрия, обнаруженная у нормальных людей. Типичный больной с расщепленным мозгом точно сообщает о том, что предъявлялось на правое ухо, но правильные ответы о том, что звучало в левом, находятся на случайном уровне. На самом деле больных часто приходится просить догадаться, что они слышали левым ухом, потому что они сообщают, что услышали только один стимул [9].

Эта ситуация, отмеченная у больных, согласуется с моделью Дорин Кимура и подтверждает ее. При перерезке мозолистого тела связь между полушариями прерывается, но как ипсилатеральные, так и контралатеральные проекции от каждого уха остаются интактными (эти пути лежат субкортикально и не затрагиваются при операции). Если, как предполагала Кимура, в условиях дихотической стимуляции передача по ипсилатеральным путям угнетена, каждое ухо посылает свою половину информации к противоположному полушарию только через контралатеральный путь. Правое полушарие получает вход от левого уха, а стимул, подававшийся на правое ухо, достигает левого полушария. Поскольку вербальные возможности правого полушария весьма ограничены, оно не может «сказать», какое слово получило от левого уха. В то же время информация об этом слове не может быть перенесена в левое полушарие, потому что мозолистое тело перерезано. В результате сообщение, поступившее через левое ухо, не идентифицируется. Рис. 3.3 показывает, как работает модель слуховой асимметрии Кимура у больных с расщепленным мозгом.

Больной с расщепленным мозгом может сказать только о словах, подававшихся при дихотическом предъявлении на правое ухо. Если же предъявление недихотическое (т. е. если слова подаются на одно ухо), работают оба пути — ипси- и контралатеральный, и левого полушария достигают слова, предъявленные как правому, так и левому уху. Больной тогда может сказать о словах, предъявлявшихся любому уху, и ярко выраженная слуховая асимметрия исчезает.

Таким образом, одновременная подача различных слов на каждое ухо больного с расщепленным мозгом приводит к тому, что он сообщает только о словах, слышанных правым ухом. Операция расщепления мозга не затрагивает ни контралатеральных, ни ипсилатеральных путей, и это поддерживает представление об угнетении ипсилатеральных путей при дихотическом прослушивании стимулов. У нормальных людей слу-

«2

Глава 3

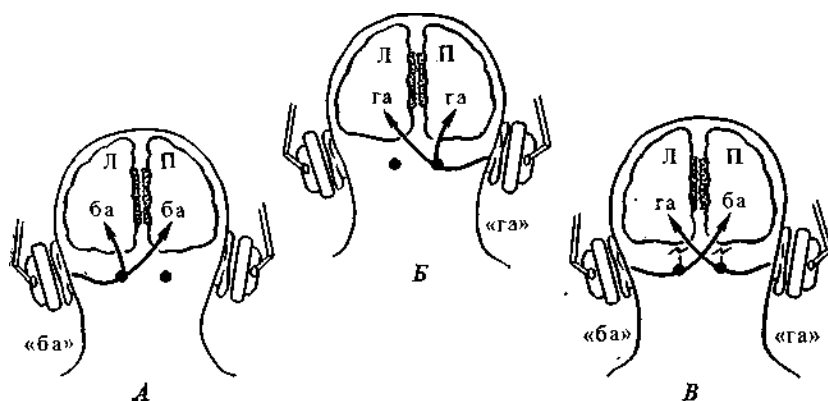


Рис. 3.3. Дихотическое прослушивание у испытуемых с расщепленным мозгом. А, Б. При монауральном предъявлении все происходит так же, как у нормальных испытуемых. Поскольку комиссуротомия не затрагивает ни ипсилатеральных, ни контралатеральных путей, больной может точно сообщить о сигнале, подававшемся на любое ухо. В. При дихотическом предъявлении передача по ипсилатеральным путям подавлена (как и у здоровых людей), но «ба» не достигает левого (речевого) полушария, поскольку комиссуры перерезаны. В результате больной сообщает только о «га» (полное преимущество правого уха).

ховая асимметрия в условиях дихотического предъявления выражена не так ярко, поскольку информация может передаваться через мозолистое тело. Тем не менее у информации, которая для обработки не должна передаваться через межполушарные комиссуры, есть преимущество. Это отражается в небольшом преимуществе в узнавании слов, предъявлявшихся правому уху, обусловленном тем, что они более прямо проецируются на речевое полушарие.

Слуховая асимметрия и результаты испытаний с амитал-натрием

Модель Кимура поддерживается также данными о преимуществе левого уха у испытуемых, речь которых, как было показано, контролируется правым полушарием вместо левого. У больных с помощью амитал-натрия определяли, какое из полушарий контролирует речь, и давали им задание на дихотическое прослушивание для того, чтобы увидеть, связана ли слуховая асимметрия с межполушарной. У больных, у которых центр речи локализовался в левом полушарии, обычно ведущим было правое ухо; у больных с правосторонней локализацией центра речи определялось преимущество левого уха [10]. Проба с амитал-натрием позволяет прямо оценить латерализацию речевых центров; при этом нет необходимости ориенти-

Изучение асимметрий нормального мозга

83

роваться на «рукость» больного. Таким образом, в редких случаях правополушарной локализации речи у правшей обычно находили преимущество левого уха. Эти данные очень важны для установления обоснованности применения теста с дихотическим прослушиванием в качестве критерия асимметрии мозга.

В заключение надо отметить, что исследование показал различия обнаруживаемой у данного испытуемого слуховой асимметрии в зависимости от природы предъявляемых стимулов. По отношению к стимулам, которые, как полагают, обрабатываются правым полушарием, — таким, как музыкальные мелодии и аккорды, было обнаружено преимущество левого уха. Методика дихотического прослушивания служит для латерализации слуховых входов в нормальном мозгу так же, как тахистоскопическое предъявление для латерализации зрительных входов. Если сигнал сначала идет к полушарию, специализированному для его обработки, реакции испытуемых более точны, чем в условиях, когда стимул должен переноситься в другое полушарие. Поскольку для латерализации слуховых входов должны предъявляться сразу

два стимула, дихотическая методика отличается от своего зрительного аналога. Однако это различие между слуховой и зрительной системами является, очевидно, следствием анатомических различий и не отражает каких-либо коренных различий в природе самих асимметрий.

Что удалось узнать из исследований зрительной и слуховой асимметрии?

В течение последнего десятилетия было проведено великое множество исследований на нормальных людях с применением методики дихотического прослушивания и латерализованного тахистоскопического предъявления. Как и при исследовании больных с расщепленным мозгом, здесь происходила постепенная эволюция представлений о природе межполушарной асимметрии, так как новые данные указывали на возможность иной интерпретации результатов более ранних работ.

Различия, связанные с вербальными и невербальными стимулами

Многие ранние работы по изучению левого и правого мозга у нормальных людей позволяли исследователям считать, что различия между двумя полушариями связаны в основном с типами стимулов, для обработки которых они лучше приспособлены. Типичная зрительная задача включала латерализованное предъявление стимулов, которые испытуемому нужно было идентифицировать. Сходная процедура применялась также при дихотической стимуляции: одновременно предъявлялось два со-

84

Глава 3

общения, и испытуемого просили сказать, что он слышал. Иногда основная задача видоизменялась так, что испытуемому требовалось узнать определенный стимул, а не идентифицировать каждое сообщение, а иногда экспериментатора интересовало, главным образом, насколько быстро испытуемый может ответить на стимул, а не насколько точен этот ответ. Часто в одной и той же работе определяли и скорость, и точность ответа.

Считали, что стимулы обнаруживают преимущество левого полушария, если выполнение теста было лучше при подаче сообщений на правое ухо или правое поле зрения. Если тесты выполнялись лучше при предъявлении стимулов на левое ухо или левое поле зрения, предполагалось, что преимущество имеет правое полушарие. Различия между сторонами при выполнении задания были достаточно малы: часто с заданием на идентификацию одно полушарие справлялось лучше другого только на несколько процентов или реагировало быстрее на несколько миллисекунд. Но примерно у 70—90% праворуких, исследованных обычным образом, выявлялась асимметрия.

В большинстве ранних работ, установивших правостороннее преимущество, использовались стимулы, которые явным образом были связаны с языковыми функциями. Предъявлявшиеся тахистоскопически слова и даже отдельные буквы выявляли преимущество правого поля зрения [11]. Предъявлявшиеся дихотически однозначные числа и слова также выявляли преимущество левого полушария [12]. Преимущество, однако, относилось не только к имеющим смысл устным высказываниям.

Исследования показали, что такие бессмысленные слоги, как «па» и «ка», также дают преимущество правого уха, равно как и речь, проигрываемая на магнитофоне в обратном направлении [13]. Звучание речи в обратном направлении можно вызвать, переставив подающую и приемную кассеты, перемотав пленку и включив прибор на воспроизведение. Такая речь звучит как какой-то экзотический язык. Совокупность этих данных говорит о том, что для выявления преимущества левого полушария стимулам не обязательно нести смысловую нагрузку, но они должны быть каким-то образом связаны с языком, быть вербальными.

Подвести итог картины, складывающейся для правого полушария, труднее.

Множество различных зрительных стимулов выявляли превосходство левого поля зрения, т. е. правого полушария. Мы уже упоминали об исследованиях, в которых использовали изображения лиц и набор точек и наблюдали преимущество левого поля зрения. Разного рода работы, применявшие методику дихотического прослушивания, также показали преимущество правого полушария. В одной из наиболее ран-

Изучение асимметрий нормального мозга

85

них работ выявлено преимущество левого уха в узнавании отрывков мелодий [14]. В каждой пробе одновременно предъявлялись две различные мелодии, исполнявшиеся на фортепиано и звучавшие в течение четырех секунд. Испытуемого просили указать, какие из четырех отрывков, проигрываемых один за другим сразу же после пробы, входили в дихотически предъявлявшуюся пару. Другие исследователи обнаружили преимущество левого уха в задачах с дихотическим предъявлением хорошо знакомых шумов [15]. В обычном опыте испытуемого просили определить пару звуков, таких как собачий лай и свисток поезда.

Все эти «правополушарные» стимулы объединяет то, что они не являются вербальными, и многие исследователи доказывали, что различия между функциями двух полушарий лежат именно в плоскости восприятия вербальных и невербальных сигналов. Согласно этой точке зрения все связанные с языком стимулы обрабатываются, главным образом, в левом полушарии, а правое специализируется на обработке определенных типов невербальных стимулов.

Это, по-видимому, лаконичный и вполне удовлетворительный вывод из данных, которые мы рассматривали до сих пор. Однако проблемы, вставшие в связи с более поздними работами, заставили исследователей искать другие объяснения фундаментальным различиям между левым и правым мозгом.

Подход с точки зрения способов обработки информации

Рассмотрим следующий опыт. Испытуемому дают короткий список букв для запоминания, а затем он рассматривает хорошо знакомый предмет, предъявляемый в левом или правом поле зрения. Испытуемый должен решить, есть ли среди букв запомненного им списка первая буква названия этого предмета. С какого поля зрения ответ получится быстрее?

Предположим, что испытуемый вместо изображений предметов рассматривал отдельные буквы и должен был решить, были ли эти буквы в запомненном им списке. Что можно предсказать относительно скорости ответа в этом случае?

Было бы разумно ожидать превосходства левого поля зрения в первом случае и правого — во втором. В конце концов, изображения являются невербальными стимулами, а буквы несомненно относятся к области вербальных. На самом деле полученные результаты были совершенно противоположными. Изображения вызвали более быстрые ответы, если предъявлялись левому полушарию, а более быстрые реакции на буквы наблюдались тогда, когда они вначале проецировались на правое полушарие [16]. Почему так происходит?

86

Глава 3

Исследования типа только что описанного дают вполне убедительные свидетельства неадекватности анализа межполушарных различий просто с точки зрения участия полушарий в обработке вербальных и невербальных стимулов. Более важным, чем природа стимула, представляется, очевидно, то, что испытуемый делает со стимулом. В случае с невербальными, по общему мнению, стимулами — изображениями — испытуемому нужно было опознать каждый предмет и извлечь из памяти первую букву его названия — а это уже совершенно определен* но языковая функция. Вместе с тем отдельные буквы являлись вербальными по своей природе стимулами, но в данной задаче к ним

не нужно было подходить, как к вербальным. Испытуемый легко мог выполнить задание, сопоставляя мысленный образ буквы с образами набора запомненных букв. Теоретически испытуемый мог делать это, не зная даже названий предъявлявшихся букв.

Такого рода объяснение придает особое значение задаче, которую должен выполнять испытуемый, а не природе стимула самой по себе. Оно отражает перенос внимания с лево- и правополушарных стимулов на лево- и правополушарные способы обработки информации.

В другом исследовании, проливающим свет на важность подхода к проблеме асимметрии мозга с позиций способов обработки информации, воспользовались тем фактом, что существуют разные способы запоминать пары слов. Один состоит в повторении слов вслух или про себя, второй заключается в создании образов двух предметов, как-то взаимодействующих друг с другом. Например, столкнувшись с задачей запомнить слова «флаг» и «цыпленок», испытуемые могут повторять их снова и снова по отдельности или создать единый образ из двух слов — например, цыпленка, несущего флаг. (Использование образов такого рода, как было показано, является очень эффективным средством запоминания.)

Исследователи выдвинули гипотезу об участии разных полушарий мозга в вербальной и образной стратегиях запоминания. Они предполагали, что можно обнаружить это различие в ситуации, когда испытуемые должны указать, соответствует ли изображение, вспыхивающее в левом или правом поле зрения, одному из ранее предъявлявшихся слов. Результаты исследования показали, что, когда испытуемых просили запомнить пары слов, повторяя их про себя, время ответа было короче для изображений, предъявляемых в правом зрительном поле. Когда испытуемых просили создать образы подлежащих запоминанию пар слов, время ответа было короче для стимулов в левом поле зрения. Эти данные согласовались с предсказаниями [17].

Способ подхода испытуемого к решению конкретной задачи, таким образом, существенно сказывается на результатах экс-

Изучение асимметрий нормального мозга

87

лериментов по изучению участия различных полушарий. В двух работах, которые мы только что рассматривали, стратегией испытуемых прямо управляли, давая им четкую инструкцию относительно способа обработки стимулов. Возможно, что стратегии, которые разные испытуемые сами выбирают для решения определенной задачи, также могут влиять на результаты исследования.

Трудности в интерпретации данных дихотических и тахистоскопических исследований

Исследования, в которых применялись методики тахисто-скопического предъявления стимулов и дихотического прослушивания, послужили основой для многих наших современных представлений об основных свойствах левого и правого мозга у нормальных людей. К сожалению, некоторые трудности мешают им стать теми идеальными методами, которые хотелось бы иметь исследователям.

Одна из трудностей заключается в том, что эти поведенческие тесты обычно дают заниженную оценку встречаемости левополушарной локализации речи у правшей по сравнению с испытаниями в условиях введения амитал-натрия (тест Вада). В поведенческих исследованиях обычно находят преимущество правого уха или правого поля зрения в отношении языковых стимулов примерно у 80% правшей; испытания же при введении амитал-натрия показывают, что более 95% правшей имеют речевые центры в левом полушарии. Чем вызвано это расхождение?

Одно из возможных объяснений состоит в том, что тесты не являются чистой

мерой асимметрии мозга и что здесь замешаны еще какие-то факторы. Возможно, на результатах исследований сказываются индивидуальные различия в нервных путях, соединяющих глаза и уши с мозгом.

Стратегия, которую выбирают испытуемые при решении этих задач, также может вносить существенный вклад в результаты испытания [18]. При дихотическом прослушивании, например, испытуемые могут концентрировать внимание на стимуле, предъявляемом левому или правому уху. Если вследствие меж-полушарной асимметрии сообщения, подаваемые на левое ухо, воспринимаются хуже, некоторые испытуемые, возможно, пытаются сконцентрировать внимание на более слабом сигнале, что приводит к выявлению меньшего превосходства правого уха, чем можно было бы обнаружить в иных условиях. В противоположность этому другие испытуемые могут концентрировать внимание на более отчетливом из двух стимулов в любой из проб, не пытаясь услышать оба. Эти испытуемые покажут большее превосходство правого уха, чем можно было бы ожи-

88

Глава 3:

дать. В настоящее время у нас нет какого-либо действительно надежного способа обойти эту трудность.

Следует также отметить, что расхождение между результатами тестов Вада и поведенческими показателями асимметрии может быть обусловлено тем, что эти тесты «прозванивают» разные аспекты функциональной асимметрии. Тест Вада используется для определения полушария, контролирующего речевой выход. Возможно, что задания с тахистоскопическим предъявлением стимулов и дихотическим прослушиванием, которые являются в основном тестами на восприятие, отражают функции, латерализованные в меньшей степени¹.

Другая трудность состоит в том, что зрительные и дихотические способы определения латерализации не дают между собой высокой корреляции. Если эти тесты измеряют одни и те же латерализованные функции, разумно было бы ожидать от них хорошо совпадающих результатов. В исследованиях, в которых у одних и тех же испытуемых сопоставляли асимметрии, выявляемые при дихотическом прослушивании и тахистоскопическом предъявлении стимулов, была обнаружена некоторая степень взаимосвязи, но не высокая [19]. Почему? Возможно, эти тесты, в конце концов, измеряют не одно и то же. Другой момент, также имеющий отношение к двум предыдущим, заключается в том, что повторное тестирование испытуемых не всегда дает те же результаты. Тест надежен тогда, когда повторные испытания приводят к сходным результатам. Некоторые исследования показали, что достоверность тахисто-скопических тестов и тестов с дихотическим прослушиванием ниже, чем можно было ожидать [20]. Например, у некоторых испытуемых, у которых при дихотическом предъявлении речевых сигналов в первой пробе отмечалось преимущество правого уха, испытания через неделю выявляли преимущество левого уха. По всей видимости, организация мозга индивидуума является стабильным свойством и не изменяется за короткие периоды времени. Признаки индивидуальной вариабельности могут означать, что тесты на латерализацию «прозванивают» функции, которые могут изменяться через короткие интервалы времени — такие, как формирование стратегий, используемых при выполнении заданий.

Теоретические соображения, связанные с использованием дихотических и тахистоскопических тестов

Исследования на нормальных людях с применением методики дихотического прослушивания и тахистоскопического

¹ Термины *латерализованный* или *литерализация* часто употребляются для обозначения разделения функций между полушариями, а также для обозначения подачи информации к одному полушарию.

предъявления зрительных стимулов подняли несколько интересных теоретических вопросов. Мы коротко упомянем о некоторых из них.

Межполушарные различия: абсолютные или относительные? сильные или слабые?

Первый вопрос состоит в том, являются ли межполушарные различия абсолютными или относительными. Означают ли связанные с полями зрения различия в ответах то, что только одно полушарие способно выполнить задание? Или они отражают просто тот факт, что одно полушарие лучше справляется с заданием, чем другое? Обычное исследование на нормальных испытуемых не позволяет нам выделить какую-либо из этих альтернатив, потому что ответ с «худшего» поля зрения может быть результатом либо менее эффективной обработки неспециализированным полушарием, либо обработки специализированным полушарием, но после переноса информации через ко-миссуры. В любом случае можно ожидать одинаковых результатов — различия между двумя сторонами в выполнении задания.

С этим вопросом связан вопрос о том, может ли величина асимметрии, обнаруженная у разных испытуемых,¹ сказать нам что-нибудь о степени латерализации определенных функций у отдельных испытуемых. Мы упоминали ранее о том, что избираемая испытуемыми стратегия решения задачи может играть роль в определении величины эффектов асимметрии, независимо от латерализации самой по себе. Можно ли рассчитывать, что различия в величине асимметрии могут сказать нам что-либо о степени латерализации? Латерализован ли в большей мере испытуемый с большим преимуществом правого уха, нежели испытуемый с меньшим преимуществом? Многие исследователи, интересующиеся этим вопросом, ищут способы превратить показатели, отражающие выполнение испытуемыми задания, в значимый индекс латерализации¹.

¹ Вопрос о том, как измерить латерализацию по показателям поведенческих тестов, — важный и сложный вопрос. В тестах где процент правильных ответов является зависимой переменной, возможно использование разностных показателей (левый минус правый или вариации этого) как индексов латерализации. Однако, такие показатели не являются независимыми от выполнения задания в целом. Некоторые исследователи утверждают, что мера латерально-гти должна быть независимой от того, насколько хорошо тот или иной испытуемый выполняет задание; другие возражают, что информация о выполнении теста в целом сама может иметь отношение к латерализации.

90

Глава Э

Роль направленности внимания

Последний вопрос, который мы рассмотрим, — это отсутствие общего согласия относительно основ латеральных асимметрий, обнаруженных у нормальных людей. Представляя работы с тахистоскопическим и дихотическим предъявлением стимулов, мы обсуждали возможность того, что асимметрии отражают начальную латерализацию входного сигнала в полушарии, способном наилучшим образом обрабатывать данную информацию. Этот тип объяснения характеризовался как объяснение различий на основе «схемы связей», поскольку асимметрии проистекают из связей нервной системы и различий между полушариями в обработке информации. Информация, направленная к *неспециализированному* для нее полушарию, не имела преимуществ, потому что она должна была пройти по каллозальным; путям для того, чтобы достичь соответствующего ей полушария. Для этих данных было предложено другое, совершенно отличное от этого объяснение.

Марсель Кинсбурн предположил, что асимметрии, наблюдавшиеся в условиях

дихотического прослушивания и в тахи-стоскопических исследованиях, отражают скрытые сдвиги внимания к одной стороне пространства, сопровождающие активацию одного полушария [21]. Он считает, что полушарие, специализированное для выполнения определенной задачи, избирательно активируется, или «подготавливается» («primed»), когда испытуемому предъявляется соответствующий материал, и что эта активация или подготовка «разливается» на центры, управляющие вниманием и концентрирующие его на противоположной стороне пространства.

Например, по мнению Кинсбурна, преимущество правого уха в заданиях с предъявляемой дихотически речью является следствием активации левого полушария, сопровождаемой возникновением большего внимания к сообщениям на контралатеральное, т. е. правое, ухо. Преимущество левого уха в заданиях с дихотическим прослушиванием музыки отражает избирательное вовлечение правого полушария и сопутствующий ему сдвиг внимания к левой стороне пространства.

Модель асимметрии, предложенная Кинсбурном, сходна с объяснением, которое берет за основу различий схему связей, в том, что она исходит из допущения о существовании функциональных различий между полушариями. Отличается же она своим объяснением того, каким образом межполушарные различия порождают исследуемые в поведенческих тестах различия в выполнении заданий.

Основанная на концентрации внимания модель асимметрии Кинсбурна получила определенную поддержку в ряде различных исследований. В серии интересных экспериментов Кинс-

Изучение асимметрий нормального мозга

91

бурн и его коллеги показали, что задачи, в которых обычно не обнаруживалась асимметрия полей зрения, позволяли выявить правостороннее превосходство, если испытуемых просили повторять про себя короткий список слов в то время, когда они рассматривали предъявлявшиеся латерально стимулы [22]. Повторение, как полагают, активирует левое полушарие, вызывает сдвиг внимания к правой стороне и приводит к более точным ответам на стимулы в правом поле зрения.

Другое свидетельство в пользу основанной на внимании модели приходит из исследований, показывающих, что контекст, в котором предъявляются стимулы, влияет на тип наблюдаемой асимметрии. Например, преимущество правого уха в скорости реагирования на дихотически предъявляемые определенные слоги сменяется небольшим преимуществом левого уха, если испытуемому требуется сравнить короткую мелодию, предъявлявшуюся непосредственно перед каждой парой слогов, с мелодией, предъявлявшейся сразу после слогов [23]. Основанная на внимании модель утверждает, что музыкальные стимулы «подготавливают» правое полушарие так, что сдвиг внимания к левосторонним стимулам аннулирует тот сдвиг внимания к правосторонним стимулам, который обычно имеет место при предъявлении речевых сигналов.

Мы, однако, должны заметить, что некоторые попытки повторить и расширить работы, основанные на модели, придающей особую роль вниманию, не увенчались успехом, и лишь немногие исследователи полагают, что эта модель полностью объясняет асимметрии, наблюдавшиеся в опытах с латерализованной стимуляцией. В то же время некоторые исследователи ставят под сомнение адекватность объяснения асимметрии на основе схемы связей и склонны думать, что оба этих взгляда могут играть определенную роль в объяснении рассматривавшихся нами феноменов. Обе модели можно объединить, если мы предположим, например, что «подготовка» одного полушария служит для того, чтобы облегчить обработку информации о стимулах, предъявляемых непосредственно ему [24].

Хотя существует еще много требующих разрешения вопросов, связанных с разными несоответствиями, дихотическая и тахистоскопическая методики подтвердили, что многие данные, полученные на больных с расщепленным мозгом и в клинике, действительно отражают процессы, протекающие в нормальном мозгу. Многие из межполушарных различий, обнаруженных с помощью этих непрямых методик у нормальных людей, поразительно соответствуют представлениям, основанным на клини-

92

Глава g

ке повреждений мозга, тщательно исследовавшейся несколькими поколениями невропатологов и нейропсихологов.

Хотя развитие представлений о значении данных, получаемых на людях с расщепленным и нормальным мозгом, было сходным, исследование нормальных людей с применением та-хистоскопической и дихотической методик дало больше, чем просто подтверждение клинических данных. Выводы этих исследований имеют теоретическое значение и помогают сконцентрировать исследование латеральности на важных вопросах.

Теперь мы обратимся к обсуждению двух других поведенческих методик, широко применяемых для исследования нормальных людей.

Смотрящие влево и смотрящие вправо

Поэты говорят, что глаза — зеркало души. Некоторые нейро-психологи считают, что они также зеркало левого и правого мозга. Мы все хорошо знакомы с тем, как одни люди смотрят на других или отводят глаза, что служит отличительным признаком социального взаимодействия. Когда слушающему задают вопрос, он обычно смотрит прямо на говорящего, но при ответе отводит глаза.

В ходе своей клинической практики психолог М. Дэй заметил, что больные имеют склонность постоянно смотреть либо влево, либо вправо, когда отвечают на вопросы. На основании дальнейшей работы Дэй предположил, что направление этих боковых движений глаз может быть связано с определенными личностными характеристиками [25]. Спустя пять лет психолог Пол Бэкан из Университета им. Саймона Фрейзера опубликовал данные, поддерживающие идеи Дэя, и выдвинул предположение, что движения глаз имеют также отношение к меж-полушарной асимметрии [26].

Направление боковых движений глаз — следствие индивидуальных различий или характера вопроса?

Гипотеза Бэкана основана на надежно установленном факте, что движения глаз в одну сторону контролируются центрами, расположенными в лобной доле контралатерального полушария. Он предположил, что познавательная активность, первично возникающая в одном полушарии, запускает движения глаз в противоположную сторону, так что движения глаз можно рассматривать как показатель относительной активности двух полушарий индивидуума. В соответствии с этим смотрящие влево, т. е. люди, обычно отводящие глаза влево, — это люди, у которых доминирует правое полушарие. Смотрящие вправо,—

Изучение асимметрий нормального, мозга

93

это люди, левое полушарие которых в большей мере вовлекается во все виды деятельности.

Бэкан рассматривал направление боковых движений глаз как стабильную характеристику каждого индивидуума. В более поздних работах, изучавших боковые движения глаз как показатель активности полушарий, стали принимать во внимание роль характера вопроса, использовавшегося для провокации движений глаз [27]. Предполагалось, что вопросы, требующие вербального анализа, у большинства правшей будут активировать левое полушарие, а вопросы, включающие необходимость анализа

пространственных отношений, будут активировать правое полушарие. Избирательная активация половин мозга отражается соответственно в правых или левых боковых движениях глаз.

Во многих исследованиях обнаружили предсказанную связь между природой вопроса и направлением движения глаз. Для того чтобы вовлечь левое полушарие, испытуемых просили объяснять пословицы, произносить по буквам слова, давать определения, делать простые арифметические расчеты (144: :6X4) и решать логические задачи (Эл умнее Сэма, но глупее Рика. Кто из них самый умный?). Для того чтобы активировать правое полушарие, использовались вопросы, затрагивающие зрительные образы (сколько граней у куба?), пространственные отношения (если человек стоит лицом к восходящему солнцу, где по отношению к нему находится юг?) и музыкальные навыки (опознание мелодий, проигрываемых на фортепиано). Когда обнаруживаются различия в направлении движений глаз, правосторонние движения глаз преобладают при ответах на вопросы первой группы, а левосторонние следуют за вопросами второго типа [28].

Гарри Шварц и его коллеги в Йеле также исследовали боковые движения глаз при ответах на эмоциональные вопросы. В дополнение к вербальным и пространственным вопросам типа только что описанных использовались вербальные вопросы эмоционального плана (какая эмоция представляется вам более сильной — гнев или ненависть?) и пространственные вопросы с эмоциональным моментом (когда вы представляете себе мысленно лицо вашего отца, какое чувство вы испытываете сначала?). В соответствии с результатами более ранних работ в этих исследованиях обнаружили, что вербальные вопросы в целом вызывали больше правосторонних движений глаз, чем пространственные. Эмоциональные вопросы в целом вызывали больше левосторонних движений глаз. Эти данные рассматривались как свидетельство в пользу большего вовлечения правого полушария в обработку эмоциональной информации [29].

Первые исследования, связывающие направление боковых движений глаз с межполушарной асимметрией, вызвали боль-

94

Глава 3

шой интерес. Идея о существовании индивидуальных различий в доминантности полушарий — склонности полагаться на обработку одной половиной мозга — привлекала многих исследователей. Наблюдение боковых движений глаз представлялось простым, быстрым и безвредным способом измерения этих различий у нормальных людей.

Более поздние исследования, показавшие, что направление движений глаз связано с характером вопроса, заданного испытуемому, были особенно привлекательны для тех, кто интересовался изучением функциональных различий между полушариями. Эти работы наводили на мысль о возможности довольно прямого исследования способностей левого и правого мозга у нормальных людей без применения дихотического прослушивания или тахистоскопического метода.

По этим причинам исследование боковых движений глаз было очень привлекательным и вызвало значительный интерес. Важные вопросы, имеющие серьезное значение для интерпретации результатов этих исследований, остаются, однако, нерешенными. Почему некоторые работы показали, что склонность смотреть влево или вправо является стабильной характеристикой личности, в то время как другие продемонстрировали, что направление взгляда зависит от типа вопроса, поставленного перед испытуемым? Возможное объяснение предложено в работе Рубена и Ракель Гур, которые предположили, что за эти результаты ответственны разные условия экспериментов [30].

Движения глаз и местонахождение экспериментатора

В самых разных работах, говорящих о стойких различиях • в боковых движениях глаз между испытуемыми, экспериментатор обычно смотрел в лицо испытуемого, "задавая ему вопрос, я затем делал запись о направлении последующего движения глаз. В более поздних исследованиях для регистрации всех движений глаз на пленку часто применялась телекамера, и в этих случаях экспериментатор сидел либо позади испытуемого вне поля его зрения, либо в другой комнате.

Возможно, рассуждали Р. и Р. Гур, на характер движения глаз испытуемого влияет присутствие или отсутствие другого человека в его поле зрения. Они предположили, что ситуация с присутствием экспериментатора, возможно, является более тревожной и вызывающей беспокойство, и что в этих условиях волнуемый испытуемый обнаружит некоторые характерные виды ответа: испытуемый может показать более выраженную активацию полушария, в наибольшей степени определяющего ■его способ познания, хотя это полушарие может и не соответствовать данному типу вопроса. В условиях отсутствия экспериментатора уровень тревоги ниже, что дает возможность полу-

Изучение асимметрий нормального мозга

95

шариям активироваться избирательно в зависимости от характера поставленного перед испытуемым вопроса.

Р. и Р. Гур в своей работе использовали одинаковый набор-вопросов для того, чтобы сравнить движения глаз, возникающие в ситуации, когда экспериментатор сидит перед испытуемым и когда он не виден. Результаты подтвердили их предсказания. В присутствии экспериментатора испытуемые обычно-смотрели влево или вправо, независимо от характера вопроса. Когда экспериментатор находился позади испытуемых, движения их глаз были связаны с типом заданного вопроса.

Действительно ли боковые движения глаз отражают активизацию мозга?

Данные Р. и Р. Гур указывают на важные методические моменты, которые могут быть ответственны за некоторые противоречия в результатах разных исследований, но они оставляют нерешенной главную проблему. Действительно ли боковые движения глаз отражают избирательную активацию полушарий или их можно объяснить чем-то другим? Каковы реальные доказательства связи боковых движений глаз с межполушарной. асимметрией? В недавнем обзоре работ в этой области отмечалось, что эта связь непрямая и слабая, основанная главным образом на представлениях экспериментаторов о том, что составляет вопрос для левого или правого полушария [31].

Считается, что вопросы, требующие анализа слов или значений, вовлекают в работу' левое полушарие; вопросы, затрагивающие пространственные отношения или музыкальные н-авы-ки, рассматриваются как задачи для правого полушария. Если вопросы вызывают движения глаз в предсказанном направлении, результаты обычно рассматривают как свидетельство в пользу наличия связи между движениями глаз и избирательной активацией полушарий. Трудность, однако, состоит в том, что-помимо собственно исследований движений глаз у нас под рукой мало прямых данных, свидетельствующих о существовании этой связи. Особенно беспокоит тот факт, что примерно в половине исследований в этой области не обнаружено предсказанных различий. В этих исследованиях, так же как и в успешных, использовались вопросы, справедливо рассматриваемые как «левополушарные» или «правополушарные». Логическая проблема установления связи между движениями глаз и асимметрией мозга как-то замыкается сама на себя, если активность правого или левого полушария нужно определять с помощью вопросов, которые вызывают ожидавшиеся результаты.

К сожалению, мы не располагаем ни данными о движении глаз у больных с расщепленным мозгом, занятых выполнением различных заданий, ни какой-либо информацией о движениях

96

Глава 3

глаз в условиях прямой электрической стимуляции коры. В отсутствие независимых подтверждений связи движений глаз с избирательной активностью полушарий разумно было бы с осторожностью интерпретировать результаты исследований боковых движений глаз. В частности, преждевременно, вероятно, делать заключения об асимметрии мозга и обработке других типов вопросов на основании направления движений глаз. Несмотря на эти предостережения, работы по боковым движениям глаз интересны и несомненно заслуживают продолжения. В определенных ситуациях люди действительно различаются по тому, в какую сторону они отводят взгляд, а в других ситуациях характер сдвигов связан с характером поставленного перед испытуемым вопроса. Быть может, в конечном счете связь между движениями глаз и асимметрией мозга окажется твердо установленной. В настоящее время, однако, важно помнить о ее хрупкости.

Одновременное выполнение двух дел: картирование функционального пространства мозга

Все мы знаем, что определенные виды работ относительно легко выполнять вместе, а другие явно мешают друг другу. Например, многие люди могут одновременно слушать музыку и читать, хотя те же самые люди не способны во время чтения следить за разговором. Интуитивно ясно, что задания, предназначенные для различных областей мозга, при одновременном выполнении служат меньшей помехой друг другу, чем те задания, которые вовлекают одни и те же области. Тогда, вероятно, можно было бы исследовать характер организации мозга у нормальных людей, наблюдая за тем, как разные работы мешают одна другой.

Именно этот подход избрал Марсель Кинсбурн в ряде интересных работ, направленных на изучение того, что он назвал «функциональным пространством» мозга [32]. Он предполагает, во-первых, что о расстоянии между областями мозга, управляющими различными движениями, можно судить по степени конкуренции или кооперации при попытках выполнить несколько движений одновременно. Он отмечает, что при согласованных движениях две руки действуют лучше, чем рука и нога, но в условиях конкуренции они действуют хуже. Согласно модели Кинсбурна, из этого следует, что область мозга, управляющая рукой, находится ближе к области, управляющей другой рукой, чем к области, управляющей движениями ноги.

Исследования Кинсбурна по картированию функциональных пространств мозга были сосредоточены на наблюдениях за испытуемыми, которые одновременно разговаривали и что-нибудь делали одной из своих конечностей. В одной из первых работ праворуких испытуемых просили удерживать в равновесии

Изучение асимметрий нормального мозга

97

стержень на указательном пальце руки в двух ситуациях—молча и проговаривая короткие фразы. Результаты показали, что если испытуемый говорил, то правая рука не могла поддерживать равновесие так же хорошо или так же долго, как она могла это делать, если испытуемый молчал. Этого, однако, не наблюдалось при действии левой руки, которая выполняла задание одинаково хорошо в обоих условиях [33].

Хотя между центрами, управляющими речью и движениями любой из рук, нет прямых связей, Кинсбурн предполагал, что речевые области расположены ближе к центру управления правой рукой, чем к какому-либо из центров управления левой. С точки зрения анатомии это представление вполне

обоснованно, если принять во внимание контралатеральное правило (правая рука управляется левым мозгом) и тот факт, что речевые области находятся в левом полушарии. Что замечательно в работе Кинсбурна — это то, что его модель функционального пространства мозга позволила ему предсказать конкурентное взаимодействие речи и балансирования стержня, которое было подтверждено данными опытов.

Более позднее исследование показало, что трудность проговариваемого материала влияет на степень нарушения работы правой руки. Время сохранения равновесия правой рукой при проговаривании более трудного текста было короче, чем при произнесении более легких фраз. Степень трудности словесного материала не влияла на время сохранения равновесия левой рукой. Интересно, что леворукие испытуемые показали сокращение времени сохранения равновесия при работе обеими руками в условиях проговаривания, что согласуется с данными, указывающими на менее выраженную латерализацию вербальных функций у леворуких как особой группы [34].

Такого рода подход был использован также для исследований больных с расщепленным мозгом и детей. В этих исследованиях применяли задачу с ритмическим постукиванием: испытуемого просили с определенной скоростью легко постукивать указательным пальцем одной руки. В одной ситуации испытуемые одновременно с постукиванием выполняли вербальные задания, в другой (контрольной) они постукивали молча. В обеих группах испытуемых нарушение постукивания было сильнее для правой руки [35].

Эксперименты по изучению так называемого функционального пространства мозга довольно тонки и интересны, хотя относительно этого подхода остаются некоторые существенные оговорки. Во-первых, нет какого-либо подтверждения существования функциональных пространств, независимого от исследований, проводившихся для его демонстрации. Если два вида деятельности мешают выполнению друг друга, предполагается, что они ближе в функциональном пространстве, чем те,

98

Глава Э

которые мешают друг другу меньше или совсем не мешают. Этот тип объяснений слишком замкнут сам на себя, для того чтобы быть убедительным. Во-вторых, оказалось, что феномены такого типа не так устойчивы, как хотелось бы: было много сообщений о неудавшихся попытках воспроизвести основные результаты. Причины неудач не всегда были ясны, но очевидно, что на результаты этих работ влияет множество факторов.

Третья проблема состоит в том, что определенные разумные предсказания относительно функционального пространства мозга не были подтверждены экспериментально. Например, данные из многих источников указывают на то, что правое полушарие играет решающую роль в пении. Однако пение избирательно не нарушает выполнения задания левой рукой, как это делает проговаривание при работе правой. Почему? Нам нужно ответить на этот и на другие поднятые здесь вопросы, прежде чем мы сможем оценить значение подхода, использующего представление о функциональном пространстве мозга, к исследованию асимметрии.

Резюме

В этой главе мы рассмотрели попытки ученых исследовать различия между полушариями, изучая поведение нормальных людей в особых экспериментальных ситуациях. Этот общий подход называют обычно «поведенческим», поскольку измеряемой величиной здесь является прямо наблюдаемое поведение. В целом, данные хорошо согласуются с картиной межполушарных различий, сложившейся в результате исследований больных с повреждениями мозга и с расщепленным мозгом.

Просматривая историю развития поведенческих исследований латеральности

у нормальных людей, мы видели, как открывалась все более сложная картина. Мы видели, что в возникновении асимметрии в поведении могут играть роль факторы внимания. Ясно также, что различия между полушариями не ограничиваются различиями в роде стимулов, для обработки которых полушария лучше приспособлены. Как и в исследованиях больных с расщепленным мозгом, мы видим, что основные различия лежат в стратегии обработки информации в каждом полушарии. Привлекательность работы с нормальными людьми¹ несомненна. Во-первых, устраняются ограничения, накладываемые недостаточным числом испытуемых. Во-вторых, работа с неврологически здоровыми людьми дает исследователям большую свободу в изобретении экспериментов разных видов. В-третьих, и это, возможно, самое важное, работа с нормальными испытуемыми -позволяет исследовать асимметрии в той самой системе, деятельность которой пытаются понять — в нормальном человеческом мозгу.

Глава 4

Активность и анатомия: физиологические корреляты функции

Возможно, наиболее прямой путь исследования различий между полушариями состоит в измерении активности самого мозга. Это направление отличается от подходов, обсуждавшихся в гл. 3, где выводы о работе мозга основывались на наблюдениях за поведением в специальных экспериментальных ситуациях. Более прямые измерения мозговой активности снимают необходимость многих предположений, которые делаются в поведенческих исследованиях. Они также дают возможность исследовать особые группы испытуемых, например маленьких детей или животных, которые не в состоянии отвечать таким образом, как этого требуют поведенческие тесты.

Существует много различных способов количественной оценки мозга и его активности. Возможно, наиболее очевидным является измерение величины и формы самих полушарий. Мы можем также посмотреть, есть ли между соответствующими областями полушарий различия на клеточном уровне.

Для осуществления метаболических процессов в нейронах необходимо, чтобы кровь доставляла к тканям мозга кислород и удаляла конечные продукты обмена. Поэтому измерение кровотока на двух сторонах мозга является полезным способом оценки мозговой активности. Можно определять также различия в метаболизме определенных веществ в мозгу, что позволяет провести даже более тонкий анализ активности на каждой стороне. В конечном счете все эти процессы приводят к генерации электрической активности, которую можно зарегистрировать с помощью электродов, наложенных на кожу головы. Так называемые мозговые волны, регистрируемые в различных областях головы, также можно исследовать для оценки различий между полушариями и в пределах каждого из них.

В этой главе мы рассмотрим данные работ, в которых производились такого рода измерения для более прямого изучения активности левого и правого мозга.

Электрическая активность в левом и правом полушарии

В 1929 г. австрийский психиатр Ганс Бергер обнаружил, что с помощью электродов, помещенных на различные точки поверхности головы человека, можно зарегистрировать паттер-

100

Глава 4

ны электрической активности. Эти паттерны были названы *электроэнцефалограммой* (ЭЭГ), что буквально означает «электрическая запись мозга». Хотя ЭЭГ отводится от кожи головы, Бергер сумел показать, что часть регистрируемой в ней активности имеет источником мозг, а не просто подкожные мышцы.

Приборы для регистрации ЭЭГ скоро стали обычным предметом оборудования

клиник, так как исследователи показали, что таким нарушениям функции мозга, как эпилепсия или опухоли, сопутствуют характерные паттерны электрической активности. Быстро обнаружили также возможности ЭЭГ как инструмента исследования, и были предприняты многочисленные попытки обнаружить ЭЭГ-корреляты личности, интеллекта и поведения.

Использование ЭЭГ для изучения асимметрии

До конца 60-х годов регистрация ЭЭГ производилась через электроды, размещенные в различных точках вдоль макушки или только на одной половине головы. Предполагалось просто, что активность на двух сторонах идентична. В нескольких работах, однако, сообщалось об асимметрии ЭЭГ при расположении электродов на обеих сторонах. Асимметрии, по-видимому, были как-то связаны с предпочтением рук, но не простым способом. Дэвид Гэлен и Роберт Орнстейн из Института нейро-психиатрии Лэнгли Портера были одними из первых исследователей, начавших детально изучать эти асимметрии и связывать их с характером деятельности, осуществляемой испытуемым во время регистрации ЭЭГ.

Обоснование их подхода хорошо изложено в приводимой здесь выдержке из их статьи.

«Хотя работы на расщепленном мозге показали, что вербальная и пространственная познавательные системы могут функционировать независимо, существует немного исследований, которые пытались оценить взаимодействие этих систем у нормальных людей. Мы полагаем, что большинство обычных видов деятельности связано просто с поочередной работой этих систем, а не с их интеграцией... Поэтому у испытуемого, выполняющего вербальную или пространственную задачу, мы ожидали найти электрофизиологические признаки различий в активности соответствующего и не соответствующего задаче полушария [1]».

Они регистрировали ЭЭГ в симметричных точках двух сторон головы при выполнении испытуемыми таких вербальных заданий, как написание букв, или таких пространственных заданий, как сооружение зафиксированных в памяти геометрических фигур из разноцветных кубиков. Результаты анализа-

Активность и анатомия

101

лись с точки зрения соотношения между мощностями ЭЭГ правого (П) и ЭЭГ левого (Л) полушарий. Мощность электроэнцефалограммы— это просто количество электрической энергии, генерируемой в единицу времени. Гэлен и Орнстейн обнаружили, что отношение мощностей П/Л в случае вербальных заданий было значительно больше, чем в случае пространственных.

Таким образом, им удалось показать связь между ЭЭГ-активностью в полушариях и характером работы, выполняемой испытуемым. С первого взгляда, однако, эти результаты представляются прямо противоположными тому, что можно было бы предсказать на основании уже известных соотношений между видами задач и вовлекаемыми полушариями. Написание букв — задача для левого полушария, и она должна вызывать относительно большую активность левого полушария, чем задача на складывание кубиков. Эту «трудность» легко обойти, если рассмотреть структуру ЭЭГ-активности.

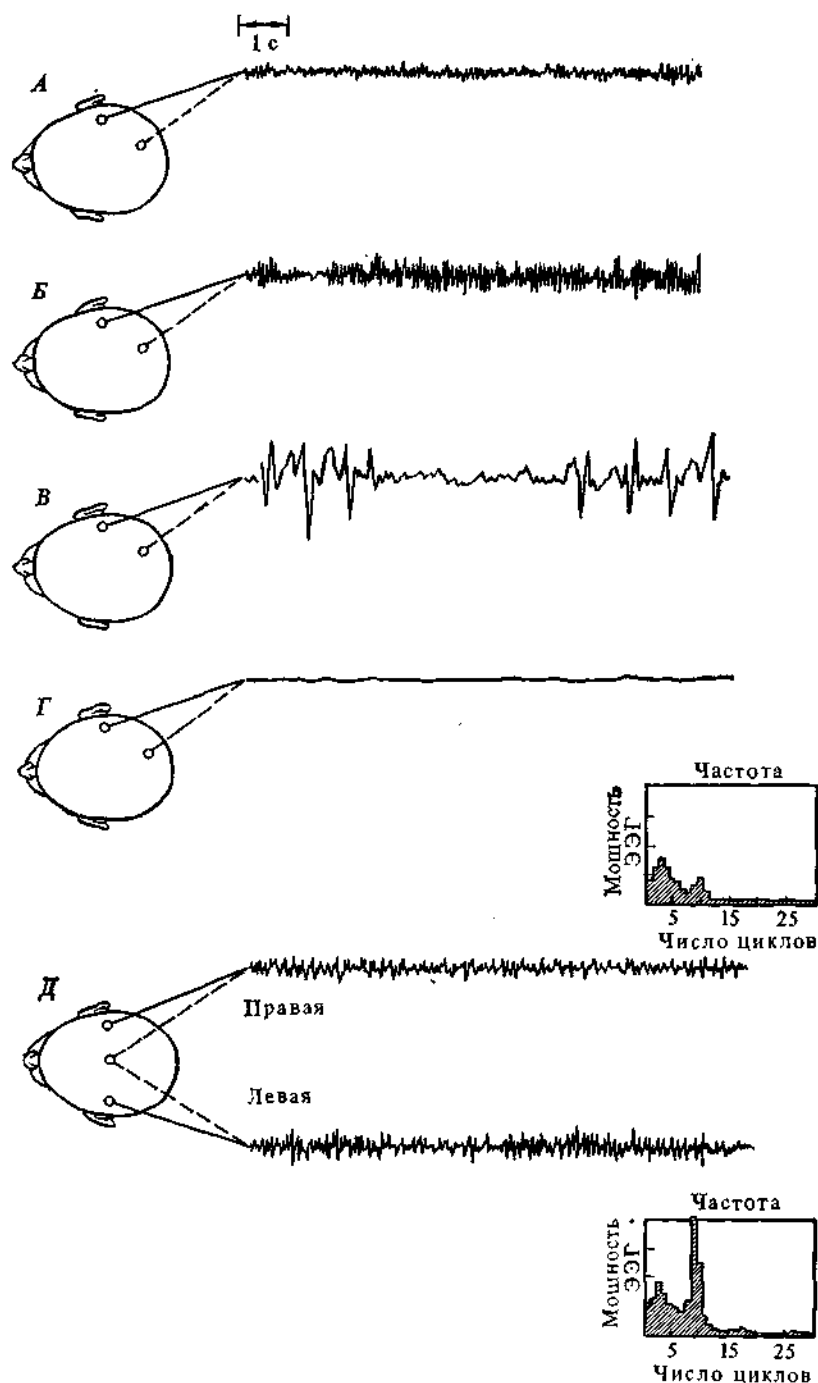
Установлено, что ЭЭГ составлена из нескольких различных видов ритмической активности. Первый из открытых ритмов является и самым известным — это альфа-ритм. Альфа-активность представляет собой ритмические колебания электрической активности, происходящие 8—12 раз в 1 с. Это преобладающая активность, которая присутствует в ЭЭГ, когда испытуемый спокойно отдыхает с закрытыми глазами. Другие ритмы, входящие в состав ЭЭГ, также принято обозначать греческими буквами. Рис. 4.1 показывает виды волн ЭЭГ для 5 различных состояний мозга.-

Анализ результатов Гэлена и Орнстейна показал, что преобладающим ритмом

в их записях ЭЭГ был альфа-ритм. Так как альфа-ритм отражает состояние мозга в покое, можно ожидать, что большее участие полушария в выполнении определенного задания сопровождается снижением альфа-активности. Из этого следует, что, если испытуемый выполняет языковое задание, левое полушарие должно показать относительно меньшую альфа-активность по сравнению с ее количеством при решении пространственной задачи, подобной проблеме создания конструкции из кубиков. Именно это и было обнаружено.

Достоинства и недостатки ЭЭГ

Электроэнцефалографические измерения асимметрии пользовались популярностью у многих исследователей по веской причине. Поскольку при этом от испытуемого не требуется внешней реакции, эти измерения можно использовать для изучения асимметрии мозга у детей, а также у больных с афазией и других испытуемых, от которых трудно получить такие ответы. Кроме того, ЭЭГ позволяет оценивать активность непрерывно-



Активность и анатомия

но на протяжении длительного времени, так что ее можно использовать для изучения текущей активности мозга при выполнении испытуемым сложных заданий, требующих много времени.

Хотя последнее свойство ЭЭГ весьма полезно для некоторых исследований, оно ставит определенную проблему перед другими. ЭЭГ отражает общую, непрерывную активность мозга. Поэтому на ЭЭГ трудно увидеть изменения, связанные с появлением определенных стимулов. В самом деле, сложные волны ЭЭГ, по-видимому, не очень сильно изменяются под влиянием различного рода сенсорных входов и отражают, скорее, общий уровень активации мозга.

Вызванный потенциал

Однако тщательный анализ ЭЭГ обнаруживает, что в ответ на предъявление такого стимула, как вспышка света, все же происходят определенные изменения. Проблема состоит в том, что эти изменения маскируются общей фоновой активностью мозга. Для того чтобы сделать изменения в ответ на определенный стимул видимыми, используют компьютер, усредняющий записи волновой активности при повторных предъявлениях того же стимула. Случайная по отношению к предъявлению стимула электрическая активность в результате этого процесса будет нивелироваться, тогда как электрическая активность, возникшая в определенное время после стимула, будет выявляться как потенциал, вызванный стимулом.

Рис. 4.2 показывает, как вызванный потенциал (ВП) выделяется из ЭЭГ при усреднении записей волн, которые следуют за повторными предъявлениями одного и того же стимула. Вызванный потенциал состоит из последовательности положительных и отрицательных отклонений от основной линии и длится обычно около 500 мс после окончания стимула. Каждый по-
Рис. 4.1. Типичный пример электроэнцефалограммы. На схеме головы, приведенной слева от каждой записи, показано примерное расположение электродов. А. В покое с открытыми глазами. Б. В покое с закрытыми глазами. Высокоамплитудные волны, возникающие с частотой 8—12 в 1 с, представляют собой альфа-ритм. В. Выраженные пиковые колебания связаны с эпилептическими судорогами. Г. «Гибель мозга», или «гибель коры»; даже если сердце больного-еще, возможно, бьется, ровная линия записи электрической активности указывает на клиническую смерть. Д. Одновременная регистрация ЭЭГ-активности в левой и правой височных областях при выполнении испытуемым задачи на создание определенной конструкции из кубиков. Графики справа от каждой из кривых ЭЭГ представляют собой анализ относительной «мощности» различных частот в ЭЭГ. Обратите внимание, что левая запись содержит больше альфа-активности, что видно по пику на графике соответствующей частоте 8—12 в 1 с. Во время речи или письма большая альфа-активность регистрируется на правой стороне. Степень и направление асимметрии изменяется в зависимости от выполняемой испытуемым задачи [1].

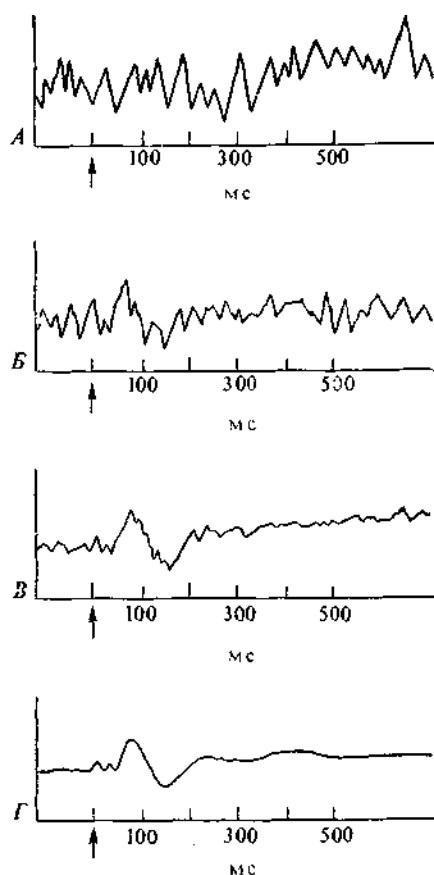


Рис. 4.2. Вызванный ответ выявляется из фоновой ЭЭГ путем усреднения кривых, полученных при повторной стимуляции. Момент подачи стимула (щелчок) отмечен стрелкой. А. ЭЭГ-реакция на одиночный стимул. Б. Усреднение двух реакций. В. Усреднение 16 реакций. Г. Усреднение 64 реакций.

тенциал можно проанализировать в плане компонентного состава или таких параметров, как амплитуда и латентность (интервал времени от начала стимула до начала активности).

Одним из факторов, влияющих на форму вызванного потенциала, является природа стимула. В целом, слуховые вызванные потенциалы отличаются от зрительных, которые в свою очередь отличаются от потенциалов, вызванных тактильным раздражением. Кроме того, области каждого полушария, генерирующие максимальную активность, для каждого вида стимулов различны. Рис. 4.3 показывает некоторые ВП, характерные для стимулов различных модальностей.

Первостепенный интерес для нас представляет вопрос о том, одинаковы ли вызванные стимулом потенциалы, если регистрация производится от симметричных областей двух сторон головы. Есть ли между полушариями различия в электрической активности, вызываемой разными стимулами, и если есть, то что они могут нам сказать о роли левого и правого мозга у нормальных людей?

В ряде работ регистрировали ВП от каждого полушария в условиях предъявления испытуемым таких простых стимулов, как щелчки или вспышки света [2]. В некоторых из этих работ обнаружены асимметрии в амплитуде или латентности ВП. Значительно больший интерес, однако, представляют исследования, в которых испытуемым предъявляли более сложные стимулы или задачи, предположительно связанные со специализированными функциями полушарий.

Активность и анатомия

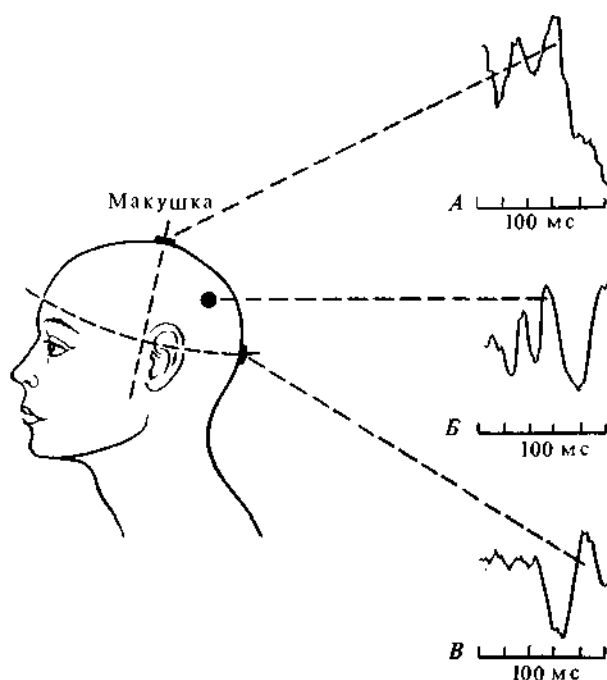


Рис. 4.3. Типичные вызванные потенциалы на слуховое (А), соматосенсорное (Б) и зрительное (В) раздражения. Прерывистыми линиями указаны области кожи головы, от которых регистрируются наиболее выраженные пики (Bioelectric Recording Techniques. Part B. Eds. Thompson R. F., Patterson M., 1973.)

Например, в работе Монти Башбаум и Пола Федио из Национальных институтов здоровья наблюдались различия в ВП, когда испытуемые смотрели на вербальные и невербальные стимулы, вспыхивающие в левой или правой половине поля зрения [3]. Вербальными стимулами были слова из трех букв, а невербальными — бессмысленные сочетания букв. Результаты регистрации от затылочных долей показали, что различия в ВП на эти два типа стимулов в левом полушарии больше, чем в правом.

Асимметрии были описаны также при использовании слуховых стимулов. Психолог Деннис Молфиз собрал обширный материал по вызванным потенциалам на речевые и неречевые стимулы [4]. В одной из работ он обнаружил, что амплитуда некоторых компонентов ВП на речевые стимулы в левом полушарии больше, чем в правом. Это различие было заметно даже в тех случаях, когда испытуемый просто слушал звуки и не пытался их идентифицировать. Неречевые стимулы, однако, вы-

106

Глава А

звали более высокоамплитудную активность в правом полушарии.

В нескольких работах проверяли также, как влияет на асимметрии задание, которое испытуемый выполняет во время регистрации ВП. В одной из таких работ испытуемым предъявляли последовательность искусственно созданных слогов, которые могли различаться по начальной согласной («ба» и «да») или по высоте звучания (высокая или низкая) [5]. В половине проб испытуемым давали инструкцию уловить каждое появление «ба», независимо от высоты его звучания. В остальных случаях испытуемым давали инструкцию уловить высоко звучащие слоги, независимо от их названия.

В каждом случае в левом и правом полушарии регистрировали вызванные потенциалы при подаче высоко звучащего «ба». Эта методика позволила исследователям изучать влияние выполняемого задания на асимметрию ВП, используя в двух ситуациях те же самые стимулы. Единственное различие между ситуациями заключалось в характере умственной работы, которую испытуемые должны были произвести при предъявлении стимулов.

Результаты показали различия в ВП, возникавших при выполнении разных

заданий, но только в левом полушарии. Вызванные потенциалы, регистрируемые в правом полушарии, не отличались в двух этих ситуациях. Эти данные позволили исследователям предположить, что межполушарные различия существуют в отношении способности идентифицировать звуки, но отсутствуют в отношении способности определять высоту звуков.

В другой работе регистрировали ВП на простые вспышки света при выполнении испытуемыми пространственных или лингвистических заданий, подобных тем, которые использовали Гэлен и Орнстейн в своей работе с регистрацией ЭЭГ, что позволило исследователям сравнить значение ВП и ЭЭГ как показателей латерализации умственных функций. Результаты обнаружили, что и ВП, и ЭЭГ отражают асимметрии в активности мозга, но ЭЭГ дает более адекватные показатели.

Электрическая активность и асимметрия: резюме

Начальный успех в исследовании латерализации с применением в качестве критериев ЭЭГ и вызванных потенциалов вдохновил многих исследователей на использование этой методологии. К сожалению, некоторые из последующих работ скорее запутали, чем прояснили взаимоотношения между этими показателями и межполушарной асимметрией. Попытки повторить результаты часто терпели неудачу, а исследователи, выявившие асимметрию, не всегда могут договориться о том, какой аспект

Активность и анатомия ; _____ 10f

записи электрической активности свидетельствует об асимметрии. Например, недавняя работа, в которой исследовались ВП на вспышку света при выполнении испытуемыми пространственных и вербальных заданий, не обнаружила каких-либо убедительных свидетельств асимметрии [7].

Почему так много работ противоречат друг другу? Значительный вклад в это внесли несоответствия в планировании экспериментов, их проведении и методах анализа. Проблемы возникают из-за неразумного выбора вида измеряемой электрической активности, отсутствия контроля за индивидуальными различиями между испытуемыми, из-за использования задач, которые на самом деле не обеспечивают избирательного вовлечения полушарий [8].

Анализ этих трудностей легко приводит к заключению о том, что преждевременно пропагандировать использование регистрации ЭЭГ и ВП в качестве безоговорочных критериев межполушарной асимметрии. Результаты слишком противоречивы. Вместе с тем среди всех несоответствий выявляется целый ряд положительных данных, которые нельзя игнорировать. Эти критерии обладают большими возможностями, но эти возможности еще предстоит реализовать.

Кровоток в полушариях

Кровоток в тканях тела изменяется в зависимости от уровня метаболизма и активности в этих тканях. Кровоток, который обеспечивает доставку к тканям необходимых питательных веществ и удаление конечных продуктов обмена, оказывается весьма чувствительным и реагирует на самые незначительные изменения в активности клеток. И действительно, изменение активности в различных областях мозга отражается, очевидно, в относительном количестве крови, протекающей через эти области. Это открытие дало возможность выявлять и исследовать взаимодействие различных областей мозга человека в процессе поведения, измеряя изменения кровотока в той или иной области.

Современные методики измерения кровотока у бодрствующего и выполняющего какие-либо действия человека были разработаны Нильсоном Лассеном, Дэвидом Ингваром и другими [9]. Они вводили в кровь, направляющуюся к мозгу, радиоактивный изотоп (ксенон-133) и наблюдали за током крови с помощью специальных детекторов, располагаемых вблизи от поверхности головы. Низкий уровень гамма-излучения, испускаемого этим изотопом, считается безвредным; изотоп вымывается током крови за 15 мин.

Методика, первоначально использовавшаяся для больных, нуждающихся в обследовании по ме-

108

Глава i

дицинским показаниям, была с тех пор усовершенствована так, что испытуемый вдыхает специальную смесь воздуха с ксенот ном, а интенсивность кровотока регистрируют с помощью специального детектора.

Результаты множества работ, в которых измеряли кровоток в мозгу во время различного рода физической и умственной деятельности, были весьма впечатляющими. «Возродились» классические предсказания относительно областей мозга, связанных с психическими функциями. В областях каждого полушария, участвующих в зрении, например, наблюдается усиление кровотока, если испытуемый смотрит на объект. Речевые стимулы увеличивают кровоток в слуховых областях каждой стороны мозга.

Хотя наиболее сильные изменения в характере кровотока наблюдаются в пределах целого мозга в передне-заднем направлении, были также обнаружены различия. и между полушариями. Используя методики, которые позволяют исследовать регионарный кровоток в двух полушариях одновременно, Ял Рисберг сравнивал характер кровотока у праворуких мужчин, добровольно согласившихся на обследование, во время выполнения двух задач — теста на вербальные аналогии и теста на перцептивное заполнение пробелов. В такой задаче испытуемые должны были рассмотреть картинки, содержащие отдельные фрагменты, и понять, что на них нарисовано [10].

В этих двух ситуациях были обнаружены небольшие (около 3%), но достоверные межполушарные различия в кровотоке. Как и ожидалось, средняя величина кровотока в левом полушарии была больше при выполнении задачи на вербальные аналогии, а средняя величина кровотока в правом полушарии была больше при выполнении задачи на мысленное завершение рисунков. Рисбергу удалось оценить, какая из областей каждого полушария вносит наиболее значительный вклад в межполушарные различия кровотока. Для вербальных тестов самые большие различия были обнаружены в лобной, лобно-височной и теменной областях. В состоянии покоя различия между соответствующими областями полушарий были незначительными.

Исследователи кровотока Лассен и Ингвар сообщают, что, несмотря на наблюдавшиеся ими межполушарные различия, наибольшее впечатление на них произвело поразительное сходство в характере кровотока на двух сторонах мозга даже при таком высоколатерализованном виде деятельности, как речь [11]. Межполушарные различия в активности являются, по-видимому, намного более тонкими, чем изменения, которые происходят в обоих полушариях. Это наводит на мысль о том, что межполушарные различия отражают только одну из нескольких различных схем организации мозга. Исследование мозгового

Активность и анатомия

109

кровотока показывает, что сложные задачи обычно вызывают повышение активности во многих областях обоих полушарий.

Метаболизм мозга: возможности его количественной оценки

Методики измерения мозгового кровотока имеют на самом деле ряд недостатков, ограничивающих использование получаемых с их помощью данных в качестве критериев активности мозга. Существующие на сегодняшний день системы измерения кровотока не дают точной информации о глубоких областях мозга. Большинство наблюдаемых характеристик относится к коре. Необходимы такие методики, которые позволяли бы анализировать также активность в более глубоко расположенных структурах. Кроме того, возможно, что кровоток не реагирует в достаточной мере на быстрые изменения активности мозга. По этим причинам разрабатываются более тонкие методы, позволяющие прямо измерять интенсивность

метаболизма.

Метаболизм мозга на микроуровне можно наблюдать путем измерения скорости утилизации меченой радиоактивной глюкозы или других питательных веществ в разных областях мозга. Слабое излучение, испускаемое этими веществами, измеряют на поверхности головы под разными углами и анализируют с помощью компьютера, для того чтобы получить картину распределения источников излучения в мозгу.

Было показано, что интенсивность метаболизма в небольших областях мозга изменяется соответствующим образом при определенных видах поведенческой активности [12]. Многие исследователи возлагают большие надежды на использование таких методик для установления точных отношений между активностью мозга и поведением, а также для выявления сходства и различий между двумя полушариями. Возможности представляются безграничными, особенно в свете того, что подобные методики позволяют оценивать метаболические процессы в мозгу во время активного поведения.

Вопросы, возникающие при разработке методик измерения активности мозга. Электрофизиологические измерения, исследования регионарного кровотока и другие измерения интенсивности метаболических процессов дают исследователям возможность изучать взаимоотношения между активностью мозга и поведением. Они сыграли важную роль в физиологической оценке правильности некоторых представлений о функциях мозга, основанных на психологических исследованиях больных с повреждениями мозга и нормальных людей.

110

Глава 4

В то же время измерения активности мозга в поведении подняли некоторые вопросы относительно в высшей степени преувеличенных представлений о межполушарной асимметрии. Мало что поддерживает идею о включении либо одного, либо* другого полушария для выполнения определенной работы целиком им одним. Каждый из показателей, рассматривавшихся нами, указывает на вовлечение многих областей мозга в выполнение даже самых простых заданий. Асимметрии в активности полушарий, конечно, существуют, но они могут быть очень тонкими; этот факт должен предостеречь нас от чрезвычайно упрощенных представлений о специализации полушарий.

Структурные (анатомические) асимметрии двух полушарий

Норман Гешвинд и Вальтер Левицкий в работе, относящейся к 1968 г., показали наличие явных анатомических асимметрий двух полушарий человеческого мозга в областях, важных для речи и языка [13]. Их статья, опубликованная в журнале,, популярном среди ученых различных специальностей, вызвала большое волнение у тех, кто интересуется проблемами межполушарной функциональной асимметрии.

Гешвинд и Левицкий не были, однако, первыми исследователями, которые обратили внимание на такие асимметрии в мозгу. Об асимметриях время от времени сообщалось, начиная еще со второй половины XIX в. В то время различия считали незначительными и недостаточными по величине для того, чтобы они могли отвечать за функциональные различия между левым и правым мозгом.

В конце 60-х годов XX в., однако, пришло время пересмотреть возможность существования функциональных асимметрий между полушариями на анатомическом уровне. После публикации статьи Гешвинда и Левицкого проблему исследовал ряд других ученых, которые расширили поиск асимметрий исследованиями на новорожденных и приматах.

Здесь мы рассмотрим данные, указывающие на асимметрии мозга взрослого человека. Обсуждение работ на новорожденных и приматах мы отложим до 7-й и 8-й глав соответственно.

Результаты измерений

Асимметрия, обнаруженная Гешвиндом и Левицким, касалась длины височной плоскости, занимающей верхнюю поверхность височной доли позади слуховой коры. В 65 из 100 измеренных посмертно экземпляров мозга более длинной оказалась височная плоскость в левом полушарии, в 11 — в правом, а в остальных 24 различий не наблюдалось. В среднем левая ви-

Активность и анатомия

111

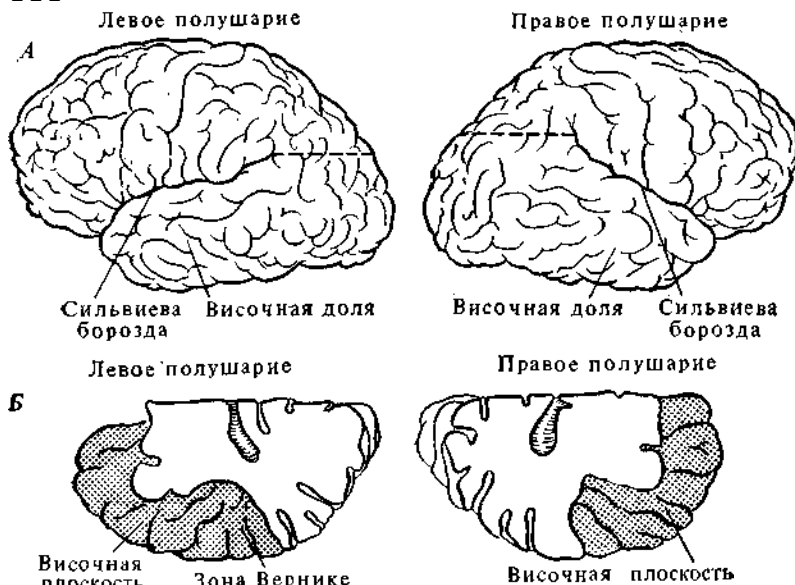


Рис. 4.4. Анатомические асимметрии в коре мозга человека. А. Сильвиева борозда, обозначающая верхнюю границу височной доли, поднимается более круто на правой стороне мозга. Б. Височная плоскость, занимающая верхнюю поверхность височной доли, обычно намного больше слева. Эта область в левом полушарии считается частью зоны Вернике — области, связанной с восприятием речи (Geschwind N. Specializations of the Human Brain. Scientific American, 1979).

височная плоскость была на одну треть длиннее правой. Рис. 4.4 показывает расположение этой асимметрии.

Хотя производит впечатление величина этих асимметрий, наиболее существенной является их локализация. Височная плоскость составляет часть зоны Вернике — области, названной по имени Карла Вернике, который первым обратил внимание на то, что повреждение этой области часто приводит к различным афазическим симптомам. Гешвинд и Левицкий предположили, что наблюдавшиеся асимметрии сопоставимы с функциональными асимметриями, которые, как полагают, контролируются этой областью.

Несколько работ, в которых для измерения височной плоскости использовались различные методики, подтвердили наблюдения Гешвинда и Левицкого [14]. Были описаны результаты прямых измерений 337 экземпляров мозга (включая 100 экземпляров, исследованных Гешвиндом и Левицким). В 70% была выявлена асимметрия, связанная с большей длиной или площадью височной плоскости в левом полушарии.

112

Глава 4

Измерения на живом мозге

Анатомические исследования, рассматривавшиеся до сих пор, включали измерения, проведенные при посмертном изучении мозга. Другие данные указывают на то, что асимметрии можно найти также в живом мозгу.

Одна из методик использует то обстоятельство, что пути крупных кровеносных сосудов мозга отражают анатомическое строение окружающих тканей. В

частности, средняя мозговая артерия проходит через необходимую для языковой функции область височной доли. В течение многих лет невропатологи пользовались церебральной ангиографией для визуализации этого крупного кровеносного сосуда с тем, чтобы определить наличие повреждений в окружающих его тканях. Рентген-контрастное вещество, введенное во внутреннюю сонную артерию на шее (та же артерия используется в тесте Вада), попадает с током крови в среднюю мозговую артерию и делает ее видимой на рентгенограмме. Марджори Ле Мэй и ее коллеги получили данные, указывающие на то, что лево-правосторонние асимметрии, соответствующие асимметриям, обнаруженным при посмертных измерениях мозга, можно наблюдать с помощью ангиографической методики [15].

Вторая методика, используемая для измерения асимметрии в живом мозгу, — это компьютерная томография. В установке, предназначенной для томографии, источник рентгеновских лучей вращается в одной плоскости вокруг головы, тогда как детекторы постоянно регистрируют интенсивность проходящего сквозь голову излучения. Компьютер накапливает информацию и затем использует ее для реконструкции изображения среза мозга. Путем простого регулирования величины угла, под которым идут рентгеновские лучи, можно получить изображение сечения мозга любой плоскостью. Рис. 4.5 иллюстрирует методику томографического исследования. Эта методика в течение нескольких лет использовалась для выявления локализации повреждений мозга. Ле Мэй и ее коллеги активно изучали возможность использования данных компьютерной томографии для исследования асимметрий и добились определенного успеха [16].

О чем говорят нам анатомические асимметрии?

Значительный интерес к измерению асимметрий головного мозга методами ангиографии и компьютерной томографии обусловлен основной проблемой в интерпретации анатомических асимметрий. Имеют ли установленные анатомические асимметрии существенное отношение к функциональным асимметриям?

Активность и анатомия

ИЗ

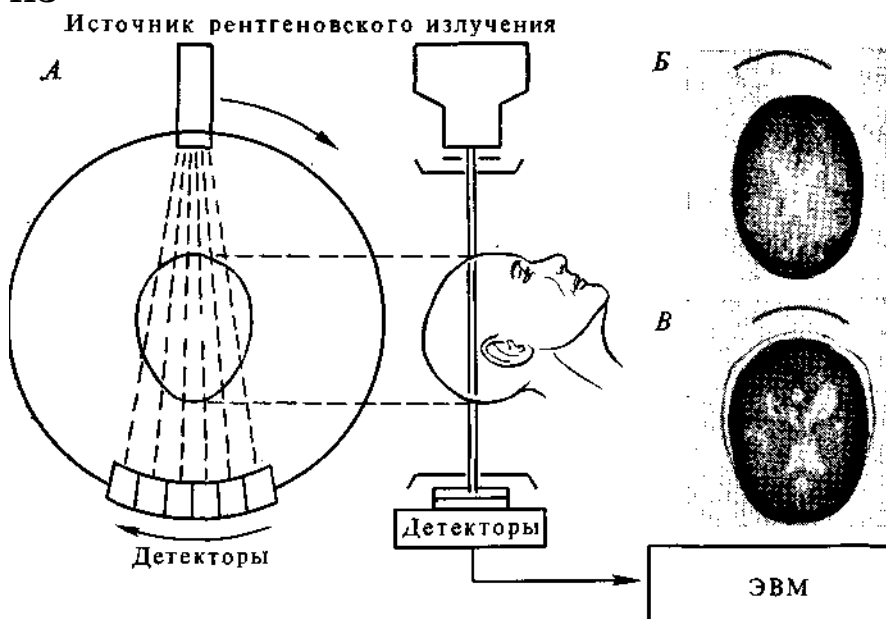


Рис. 4.5. А. В компьютерной томографии для измерения плотности тканей служит пучок рентгеновских лучей и батарея улавливающих детекторов, которые вращаются вокруг головы больного. По этим данным вычислительная машина создает двумерное изображение среза мозга в определенной плоскости. Приведенные здесь компьютерные томограммы показывают

нормальный мозг без признаков какой-либо патологии (Б) и патологически измененный мозг (В) с увеличенными желудочками (заполненные жидкостью пространства, расположенные в центральных областях и обладающие меньшей плотностью), особенно на правой стороне, с умеренной атрофией и инфарктом в правой лобно-височной области.

Действительно ли они являются морфологической основой функциональных асимметрий между полушариями?

В данный момент мы этого не знаем. Большая часть данных по анатомическим асимметриям получена при посмертных измерениях мозга, и мы ничего не знаем о видах функциональных асимметрий, которые, возможно, существовали прижизненно. Во многих случаях неизвестно даже, право- или леворукими были данные индивидуумы. Очевидно, что информация такого рода необходима, если мы намерены ответить на вопросы, поставленные в предыдущем абзаце.

Методики, которые позволяют проводить измерения на живом мозгу, дают нам возможность получить эту решающую информацию. Наборы поведенческих и электрофизиологических тестов, предназначенных для исследования распределения функций между полушариями, можно использовать вместе с изме-

114

Глава 4

ниями асимметрии мозга у тех же индивидуумов, для того что-бы узнать, есть ли между ними связь. Некоторые предварительные данные указывают на то, что в целом мозг леворуких обладает меньшей анатомической асимметрией, чем мозг право-руких [17]. Это многообещающее наблюдение. Ясно, однако, что исследователи только лишь начали процесс изучения взаимоотношений между анатомическими и функциональными асимметриями.

Большой интерес представляет также вопрос о том, существуют ли между соответствующими областями двух полушарий различия на клеточном уровне. Микроскопические исследования были важным дополнением к классическим исследованиям по идентификации различных областей мозга. Они могут сыграть такую же роль и при изучении межполушарной асимметрии. Мы упоминали мимоходом о возможности существования биохимических различий между соответствующими областями левого и правого мозга. Подобное различие уже было описано в предварительном исследовании распределения норадреналина — нейромедиатора, обнаруженного в таламусе человека [18].

Таламус—подкорковая структура, которая, как известно, играет роль в сенсорных и речевых функциях. При исследовании областей таламуса отмечено более высокое содержание норадреналина слева; в передних областях таламуса соотношение обратное — содержание норадреналина выше справа. Эту работу следует повторить и расширить; многое еще нужно узнать о роли норадреналина в определенных таламических •функциях. Однако данная работа представляет собой одно из первых исследований по выявлению возможной нейрохимической асимметрии в нервной системе.

Физиология и психология: построение связи

Анатомические измерения, регистрация электрической активности, исследования кровотока и метаболических процессов дают исследователям возможность изучать взаимоотношения между психическими процессами, поведением и активностью мозга. Работы, основанные на этих методиках, подтвердили, по крайней мере частично, некоторые из теоретических представлений о функциях мозга и межполушарной асимметрии, возникших на основании клинических и психологических исследований.

Одни исследователи утверждали, что физиологический подход даст возможность окончательно разрешить вопросы, связанные с проблемой

отношения между сознанием и мозгом; другие возражали против чрезмерных надежд на это на основании философских и практических представлений. Чтобы за-

Активность и анатомия

115

кончить эту главу, мы рассмотрим ряд важных вопросов, которые неизбежно возникают перед нами при попытках установить связь между физиологическими процессами и психическими функциями. Хотя эти вопросы важны для изучения межполу-шарных асимметрий, их значение выходит за рамки какой-либо определенной области исследования и приложимо к исследованию взаимоотношений между мозгом и поведением вообще.

Один из вопросов заключается в проблеме выбора из множества физиологических показателей таких, которые окажутся наиболее информативными. Как и все другие ткани человеческого тела, мозг в своей работе зависит от многих метаболических процессов. Питательные вещества, подобные глюкозе, перерабатываются в энергетических процессах; другие вещества используются в качестве строительного материала для клеток; конечные продукты обмена удаляются. Биохимия мозга, однако, имеет существенные особенности, связанные с обменом информацией между нейронами. Биохимические процессы, происходящие в каждой клетке, генерируют электрические потенциалы, а эффективная передача импульсов между группами нейронов связана с биохимическими взаимодействиями между клетками.

Мы не знаем, какие аспекты этой активности наилучшим образом отражают функционирование мозга. Если, например, мы просто хотим узнать, какие области мозга наиболее активны во время определенного поведения, мы можем исследовать кровоток, поскольку он довольно быстро реагирует на изменения метаболической активности. Однако такие критерии, возможно, не являются истинными показателями стратегии обработки информации или кодов мозга. Коды могли бы включать активацию химических путей, простирающихся через многие области мозга, или могли бы отражаться в характере электрической волновой активности. Ни то, ни другое не обязательно коррелирует с регионарной метаболической активностью.

Даже после выбора параметра, подлежащего исследованию, мы можем столкнуться с необходимостью дальнейшего выбора. Вызванный потенциал, например, можно разбить на несколько-компонентов и анализировать различными способами. В отсутствие всеобъемлющей теории о значении этих компонентов исследователи должны решить, какой из способов анализа данных будет наилучшим для поиска асимметрии или других эффектов. Анатомы также должны решить, какие измерения каких областей мозга будут наиболее полезны для исследуемой проблемы.

Другой вопрос касается концепции о локализации функций вообще. Какой вклад на самом деле вносит привязывание некой психологической активности к определенной области мозга в понимание сущности этой активности? Несомненно, что данные

116

Глава

по локализации имели громадное клиническое значение. Кроме того, взаимоотношения между местоположением и функцией помогают, возможно, представить компоненты сложного поведения с точки зрения более простых процессов. В качестве гипотетического примера можно было бы показать, что память о том, как добраться куда-то, включает лингвистические процессы в левом полушарии, а также образные процессы в правом полушарии. Не ясно, однако, как далеко может завести нас такой подход. В конце концов разделение мозга с точки зрения «где» скорее всего не ответит полностью на вопрос «как».

Физиолог обнаруживает, что определенные клетки в затылочной доле реагируют на показ испытуемым строго определенных зрительных паттернов и только их. Клиницист замечает, что больной с комбинированным повреждением обоих полушарий может хорошо видеть, но рассматривает, по-видимому, объекты с точки зрения деталей и не может понять, на что он смотрит. Психолог полагает, что зрение включает как систему опознания, так и некую систему решения, которая выбирает, что относится к делу.

Будем надеяться, что произойдет взаимодействие всех этих подходов, и это внесет изменения в представления о том, что-понимать под восприятием, и установит включенные в него процессы. Сходные взаимодействия между психологией и физиологией возможны в сущности в каждой области исследования, затрагивающего взаимоотношения между мозгом и поведением. По нашему мнению, каждый из компонентов будет необходим для полного понимания таких взаимоотношений.

Глава 5

Загадка леворукости

Подавляющее большинство людей использует почти исключительно правую руку для письма и других видов тонкой деятельности. Исследование представителей различных культур показывает, что число праворуких составляет около 90%. Целый ряд косвенных свидетельств указывает на то, что так было и в доисторические времена [1]. На рисунках, обнаруженных на стенах пещер и в египетских пирамидах, обычно изображены люди, делающие что-либо с помощью правой руки, а анализ оружия и орудий труда эпохи палеолита показывает, что они были сделаны правой рукой и для правой руки. Изучение рисунков руки, сделанных, как полагают, кроманьонцами, показывает, что свыше 80% из них изображают левую руку. Если предположить, что художники рисовали свои собственные руки, то эти данные также указывают на выраженное предпочтение правой руки для тонкой работы. Возможно, самые прямые из всех свидетельств предпочтения правой руки первобытными людьми дает анализ ископаемых черепов павианов с проломленными костями свода. На основании анализа расположения переломов исследователь сделал вывод, что повреждения являются следствием ударов, нанесенных первобытными людьми, державшими роковую дубинку в правой руке.

Животные в определенных ситуациях могут выказывать предпочтение той или другой лапе, но в количественном отношении они примерно поровну делятся на тех, кто предпочитает правую, и тех, кто предпочитает левую лапу. Почему же тогда большинство людей являются праворукими? И с другой стороны, почему значительное число людей все же используют левую руку, несмотря на скрытое, а подчас и открытое социальное давление, требующее от них приспособляться к рукости, характерной для большинства.

Мы упоминали раньше о том, что рукость сложным образом связана с распределением функций между левым и правым мозгом. Для того чтобы быть полным, любой анализ асимметрии мозга должен включать в себя эту проблему. Какие факторы обуславливают рукость? В чем левши отличаются от правшей?

118

Глава 5

В этой главе мы рассматриваем современные теории, предложенные для объяснения различий в рукости, и исследования, направленные на изучение различий между левшами и правшами. Для того чтобы дать представление о предыстории современных исследований, мы сначала коротко рассмотрим некоторые из более ранних идей, касающихся предпочтения рук.

Исторические представления о леворукости

Есть ли в леворукости что-нибудь плохое?

В третьем новом международном словаре Вебстера перечисляется несколько

значений прилагательного «леворукий» (left-handed), включая следующие:

а) отмеченный неуклюжестью или неумением; б) проявляющий неискренность или уклончивость: не прямой, говорящий не то, что думает; в) арх.: склонный к интриганству или зловерным затеям: злой, подлый.

Левшей часто называют «источником бед», а в энциклопедии Роже синонимом к «леворукому» дается «неумелый». В других языках слова «левый» или «леворукий» также почти всегда имеют по крайней мере одно отрицательное значение, начиная от «неуклюжий» или «неловкий», и кончая значением «злой». Так, французское слово *gauche* означает, кроме «левый», также и «неуклюжий», итальянское *mancino* означает, кроме «левый», также «лживый». В испанском языке эквивалент слова «левый» — *zurdo* содержится в идиоматическом обороте по *ser zurdo*, означающем «быть очень умным». Его буквальный перевод — «не быть леворуким». Можно привести множество таких примеров.

Предубеждение против левой руки или стороны отражено также в Библии. Особенно ярким примером этого служит картина Страшного суда в Евангелии от Матфея.

Когда же придет Сын Человеческий во славе Своей и все святые Ангелы с Ним, тогда сядет на престоле славы Своей, и соберутся перед Ним все народы; и отделит одних от других, как пастырь отделяет овец от козлов; и поставит овец по правую Свою сторону, а козлов — по левую. Тогда скажет Царь тем, которые по правую сторону Его: приидите, благословенные Отца Моего, наследуйте Царство, уготованное вам от создания мира...

Тогда скажет и тем, которые по левую сторону: идите от Меня, проклятые, в огонь вечный, уготованный дьяволу и ангелам его... И пойдут сии в муку вечную, а праведники в жизнь вечную.

Загадка леворукости

119

Майкл Басли, автор книги «Леворукие люди», утверждал, что картина Страшного суда более повинна в «закреплении предубеждения против леворуких, чем любые другие заявления, и что это предубеждение прошло через века, расцениваемое инквизиторами, судьями, военными, артистами, учителями, няньками и родителями как высший пример связи леворуких людей с пороком и Дьяволом» [2]. Прав Басли или неправ, ясно, что связь между левым и плохим имеет очень длинную историю.

Каково происхождение этого предрассудка? Пока мы можем только строить гипотезы на этот счет. Одно из предположений было высказано Карлом Саганом из Корнеллского университета в его книге об эволюции рассудка «Драконы Эдема» [3]. Он отмечает, что в доиндустриальных обществах, как теперь, так и в прошлом, рука использовалась для личной гигиены после дефекации. Это применение руки и неэстетично, и вредно, потому что может приводить к распространению болезней, но эта вредность может быть до некоторой степени уменьшена использованием для еды и приветствий другой руки. Праворукие индивидуумы совершают такие действия, как еда и метание оружия правой рукой, оставляя гигиенические процедуры на долю левой. Саган полагает, что левая рука стала ассоциироваться с экскреторными процессами, которые в развитии культуры имеют долгую историю отрицательных ассоциаций. Так была выкована цепь, связывающая «левое» с «плохим».

Это объяснение предполагает, что люди с самого начала предпочитают использовать правую руку для деятельности, требующей тонкого контроля. Но мы должны еще объяснить причины этого предпочтения. По этому вопросу существует огромное количество разных предположений, но у нас есть основания надеяться, что, применяя средства современной науки, мы сможем удовлетворительным образом ответить на этот вопрос.

Теории рукости, относящиеся к девятнадцатому столетию

Рассмотрим сначала некоторые идеи, выдвигавшиеся в XIX в. для объяснения рукости. Одна из популярных теорий была известна как теория висцерального распределения. Ее сторонники утверждали, что асимметричное расположение таких внутренних органов, как печень, смещает центр тяжести человеческого тела вправо от средней линии, и вследствие этого людям легче удерживать равновесие на левой ноге. Это дает свободу правой руке, и с течением времени мышцы на правой стороне становятся более развитыми. Такое представление, однако, не объясняет причин леворукости некоторых людей,

120

Глава 5

если только не предположить, что у них внутренние органы расположены по-иному.

В XIX в. пользовались также популярностью объяснения рукости социально-эволюционного плана. Было несколько вариантов объяснений такого характера, но наиболее распространенной являлась теория щита и меча. Согласно этой теории, приписываемой английскому эссеисту и историку Томасу Карлейлю и другим, большинство солдат во время сражения держат щит в левой руке для того, чтобы защитить сердце, а в правой руке держат оружие. В результате бесчисленных вооруженных столкновений на протяжении человеческой истории, правая рука приобрела большую ловкость и подвижность и стала использоваться также для других видов деятельности, допускающих применение одной руки. Эта теория даже не пытается объяснить причин леворукости или явной праворукости большинства первобытных людей, живших до изобретения щита.

В последней четверти XIX в. возникла идея доминантности-полушарии, и вместе с ней появилась еще одна теория рукости. Шотландский анатом Д. Каннингем (D. Cunningham) так резюмировал ее положения на Чтениях памяти Хаксли в 1902 г.: «Праворукость обуславливается передаваемым по наследству функциональным преобладанием левого мозга. Доминирование левого мозга является не результатом, а сложившейся в ходе эволюции причиной праворукости». Исходя из этого представления было бы трудно объяснить леворукость у лиц с локализацией центров речи в левом полушарии, которые составляют 70% всех леворуких. Кроме того, оно не объясняет причин передаваемого по наследству преобладания левого мозга.

Трудности в определении рукости

Прежде чем обсуждать более современные теории рукости, рассмотрим, каким образом определяют рукость в реальных условиях. Можно допустить, что самый лучший способ узнать, является данный человек левшой или правшой, состоит в том, чтобы просто спросить его об этом. К сожалению, такой прямой подход не всегда эффективен. Немногие люди используют только одну руку для всех видов одноручной деятельности, и простая самооценка не показывает, на какие виды деятельности ориентируется человек, определяя себя правшой или левшой.

Другой подход состоит в том, чтобы опросить людей, какую руку они используют для определенных видов деятельности. Исследователь может затем вычислить ведущую руку, основываясь на единой системе оценки для всех. Вопросники часто содержат вопросы о том, какая рука используется для того, чтобы бросить мяч, в какой руке держат иголку, вдевая нитку, в какой руке держат теннисную ракетку, какой рукой пишут.

Загадка леворукости

121

Однако, когда ответы на вопросы сравнивают с реальным поведением, возникают трудности. В настоящее время большинство исследователей согласны с тем, что для наиболее точного определения руки, используемой для разных работ, нужно наблюдать за людьми при выполнении ими этих

работ.

Так поступают, однако, в относительно немногих исследованиях. И даже самый тщательный анализ не всегда дает возможность четко определить преобладание одной руки. Для некоторых людей характерны признаки смешаннорукости. В разных исследованиях такие индивидуумы классифицируются по-разному. Таким образом, не следует удивляться тому, что эксперименты по изучению рукости иногда дают противоречивые результаты. За некоторые или за все различия могут быть ответственны различия в способе классификации испытуемых.

Помня об этих трудностях в исследовании рукости, обратимся теперь к обсуждению основных современных теорий.

Является ли рукость наследственным признаком?

Определяется ли рукость генетическими факторами так же, как цвет глаз, группа крови и общее строение тела? Вероятность обнаружить леворукого ребенка у праворуких родителей составляет 0,02. Она возрастает до 0,17, если один из родителей является леворуким, и до 0,46, если леворуки оба родителя [4]. Эти цифры согласуются с предположением о роли генов в определении рукости. При интерпретации этих данных трудность состоит в том, что различия могут быть связаны также с факторами внешней среды.

Леворукие родители могут передать детям не только определенные гены, но и жизненный опыт, имеющий отношение к определению рукости. Наследственность и среда (Nature and Nurture) смешаны в этих данных, и невозможно выделить вклад той и другой.

Одним из подходов к решению этой проблемы является раз-разработка конкретных генетических моделей, объясняющих возможность передачи рукости от поколения к поколению. Различные модели дают р'азные предсказания относительно реальных цифр. Хорошее совпадение между предсказаниями конкретной модели и фактическими данными будет свидетельствовать о том, что обнаруживаемое среди людей разнообразие рукости обусловлено в значительной степени генетическими факторами.

В одной из первых генетических моделей предполагалось, что рукость определяется действием одного гена, имеющего две различные формы, или два аллеля [5]. Один аллель, R , является доминантным и кодирует праворукость. Второй, I , является рецессивным и кодирует леворукость. Индивидуум, унаследовавший аллели R от обоих родителей, будет праворуким,

122

Глава 5

равно как и индивидуум с генотипом Rl (R — от одного из родителей, I — от другого). Леворукими будут те индивидуумы,, которые унаследовали аллель I от обоих родителей.

Эта модель, однако, не может объяснить того факта, что 54% детей от двух леворуких родителей являются праворуки-ми. Модель предсказывает, что все дети таких родителей должны быть леворукими, так как единственный аллель, который леворукие родители могут передать своим детям, — это аллель I .

Предпринимались попытки «спасти» эту модель введением понятия о *переменной пенетрантности* (вероятности проявления гена). Переменная пенетрантность подразумевает, что не у всех индивидуумов с одним и тем же генотипом этот генотип может проявляться одинаково. В этом случае предполагалось, что некоторые индивидуумы с Ii -генотипом будут левшами. Эта левши могли передавать своему потомству аллель R , чем и объясняется появление праворуких детей у двух леворуких родителей. Однако даже с учетом переменной пенетрантности соответствие предсказаний модели фактическим данным остается неудовлетворительным.

Более сложная модель была предложена Джеррѐ Леви и Томасом Нагилаки [6]. Они предполагают, что рукость является функцией двух генов. Один ген с

двумя аллелями определяет полушарие, которое будет контролировать речь и ведущую руку. Аллель *L* определяет локализацию центров речи в левом полушарии и является доминантным, а аллель *l* — локализацию центров речи в правом полушарии и является рецессивным. Второй ген определяет то, какой рукой будет управлять речевое полушарие — ипсилатеральной или контралатеральной. Контралатеральный контроль кодируется доминантным аллелем *C*, а ипсилатеральный — рецессивным аллелем *c*. Индивидиум, с генотипом *LrCC*, например, будет правой с центром речи в левом полушарии. У индивидиума с генотипом *Lrcc* центры речи тоже в левом полушарии, но он будет левшой.

Эта модель предполагает, что рукость данного индивидиума, связана с характером его межполушарной асимметрии и типом моторного контроля. Она лучше объясняет варианты рукости-среди родственников, чем первая модель, но и она тоже далеко-не полностью удовлетворительна. Есть некоторые сомнения относительно возможности реального существования ипсилатерального моторного контроля такого типа, который ею постулируется. Тем не менее модель представляет собой остроумную попытку объяснения в терминах простых генетических механизмов различных вариантов организации мозга и рукости.

Мэрион Аннет из Халлского университета предложила генетическую модель рукости, коренным образом отличающуюся от рассмотренных выше [7]. Она высказала гипотезу, что большинство людей обладает геном, который она назвала фактором

Загадка леворукости

123

«правого сдвига». Если этот фактор имеется у индивидиума, последний предрасположен стать правой. Если фактор отсутствует, индивидиум может стать либо левшой, либо правой в зависимости от случайных обстоятельств.

Для проверки своей модели она исследовала, с какой скоростью дети, у которых и мать и отец левши, могут выполнить задание по сортировке колышков. В соответствии с ее предсказанием о том, что рукость в этой группе будет определяться случаем, примерно половина испытуемых лучше справлялись с заданием с помощью левой руки, а вторая половина — с помощью правой. Однако у леворуких родителей, перенесших, по их словам, родовую травму, было значительно больше праворуких детей. Наличие родовой травмы в анамнезе позволяет предположить, что эти родители не были «настоящими» левшами; они, возможно, обладали фактором «правого сдвига», но стали левшами вследствие повреждения мозга в раннем периоде жизни. Тем не менее они могли передать фактор «правого сдвига» своим детям, в результате чего среди этих детей встречалось много праворуких. Самые общие предсказания модели Аннет предстоит еще проверить.

Почему среди близнецов так много левшей?

Оценка совпадения предсказаний определенной генетической модели с фактическими данными является тем подходом, который используется большинством исследователей при проверке гипотезы о генетическом контроле рукости. Другой подход состоит в исследовании доминирования рук у однояйцевых (идентичных) и двуяйцевых (неидентичных) близнецов. Однояйцевые близнецы генетически идентичны. Они развиваются из одного оплодотворенного яйца, которое делится на две части в первые две недели после зачатия. Двуяйцевые близнецы не более сходны генетически, чем двое детей одних и тех же родителей, рожденные в разное время. Они образуются в результате одновременного оплодотворения двух отдельных яйцеклеток двумя различными сперматозоидами и имеют в среднем 50% общих генов. Рис. 5.1 поясняет, каким образом формируются однояйцевые и двуяйцевые близнецы.

Если признак находится под генетическим контролем, однояйцевые близнецы по этому признаку должны быть более схожи, чем двуяйцевые. В ряде работ

была исследована рукость у близнецов. Если результаты всех этих работ свести воедино, обнаруживаются некоторые интересные вещи. Конкордантность по этому признаку — совпадение рукости (процент пар, в которых оба близнеца левши или оба правши) у однояйцевых близнецов не выше, чем у двуяйцевых. Более того, приблизительно у 25% от общего числа пар каждого типа ру-

124

Глава 5

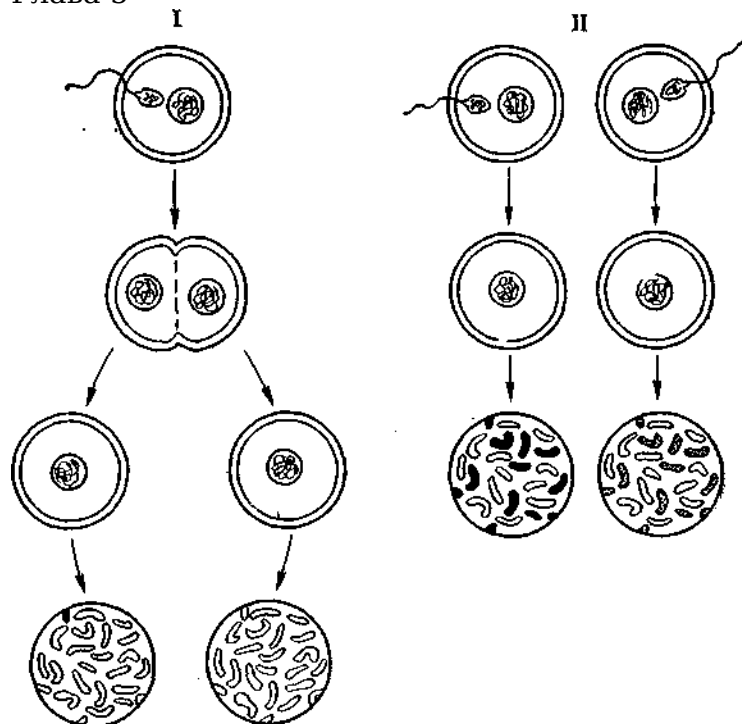


Рис. 5.1. Происхождение идентичных (I) и неидентичных (II) близнецов. Идентичные, или однояйцевые, близнецы развиваются в результате оплодотворения одной яйцеклетки одним сперматозоидом. На ранней стадии развития зародыш разделяется и дает начало двум индивидуумам. Неидентичные, или двуяйцевые, близнецы развиваются из двух различных яйцеклеток, оплодотворенных двумя различными сперматозоидами. В среднем половина генов у них общие, кость не совпадает: другими словами, одна из каждых четырех пар близнецов состоит из правши и левши.

Тот факт, что в отношении доминирования рук конкордантность однояйцевых близнецов не выше, чем двуяйцевых, трактовался как свидетельство против генетического контроля руко-сти. На первый взгляд данные по близнецам являются серьезным препятствием для генетической модели любого типа. Независимо от конкретных генетических механизмов генетический контроль над признаком подразумевает, что индивидуумы, обладающие одинаковым полным набором генов, должны быть более сходны по этому признаку, чем индивидуумы с меньшим числом общих генов. При этом, однако, считается, что негенетические факторы, которые могут влиять на рукость, одинаковы по своей природе и встречаемости для обоих типов близне-

Загадка леворукости

125

цов и одиночек (неблизнецов). Как мы увидим дальше, это допущение, возможно, нельзя считать правильным. Кроме того,, мы рассмотрим, каким образом факторы, определяющие ру-кость у близнецов, могут помочь нам понять общие основы формирования доминирования рук.

Повреждение мозга и леворукость

Среди близнецов встречается около 20% леворуких, приблизительно вдвое

больше, чем в остальной популяции. Среди близнецов выявляется также непропорционально высокая частота неврологических и других заболеваний, которые, как полагают, являются следствием повреждений, возникающих из-за стесненности во время внутриутробного развития плода [8]. Отсюда один шаг до предположения о том, что более высокая частота леворуких среди близнецов обусловлена, по крайней мере частично, этими факторами.

Предположение о том, что в основе многих случаев леворукости у близнецов может лежать небольшое повреждение мозга, впервые было высказано в 1920 г. [9]. Некоторые факты подтверждают это предположение. Во-первых, среди людей, перенесших, возможно, небольшие повреждения мозга до или во время рождения, леворукость встречается очень часто. Например, среди умственноотсталых она составляет 20%. Леворукость также весьма характерна для детей с пониженными способностями к обучению, а также для эпилептиков. Возможно, что небольшое повреждение мозга, которое во многих случаях является причиной этих нарушений, ответственно также и за перемену ведущей руки у индивидуумов, которые в иных условиях были бы правшами.

Во-вторых, клинические данные по тестам с амитал-натрием¹ указывают на связь между повреждениями мозга в раннем периоде жизни и рукостью. В одном исследовании у большинства леворуких больных с признаками раннего повреждения: левого мозга обнаружили локализацию центров речи в правом¹ полушарии, тогда как у левшей без соответствующей симптоматики эти центры были расположены в левом полушарии [10]. Это позволяет полагать, что повреждение левого полушария на ранних этапах онтогенеза может приводить к перемене речевого полушария и ведущей руки.

Пол Бэкан утверждает, что любая леворукость имеет по сути своей патологическое происхождение и что большинства случаев леворукости можно объяснить родовой травмой [11]. Он собрал данные, показывающие высокую частоту родовых травм как у самих левшей, так и в их семьях, и предположил, что тенденция к повторению леворукости в роду является след-

126

Глава 5

ствием обусловленного генетически повышенного риска родовой травмы в таких семьях.

Другие ученые придерживались менее крайних взглядов. Пол Сац, например, полагает, что патологические факторы могут лежать в основе значительной доли случаев леворукости среди определенных больных и некоторых случаев леворукости среди здоровых людей [12]. Остальные левши, по его мнению, являются «естественными» левшами, леворукость которых имеет генетическое происхождение.

Большинство исследователей согласно с тем, что некоторые случаи леворукости имеют патологическую природу, но немногие разделяют крайнюю точку зрения Бэкана о том, что леворукость в целом можно объяснить патологией. Интересно, что модель, связывающая леворукость с патологией, предсказывает существование также и патологической праворукости. У некоторых естественных левшей, перенесших повреждение мозга, доминирование может перейти к правой руке. Однако процент праворукости, вызванной патологическими факторами, будет довольно низок, так как исходное число левшей относительно мало.

Популярность модели, объясняющей леворукость патологией, побудила исследователей сравнить познавательные способности левшей и правшей. В основе таких исследований лежит простое рассуждение. Если леворукость является следствием повреждения мозга, то это повреждение, как бы мало оно ни было, может проявиться в ухудшении высших функций мозга. Мы рассмотрим исследования, посвященные этой проблеме, в одном из следующих разделов. Однако, прежде чем сделать это, мы вернемся к вопросу

о повышенной частоте леворукости среди близнецов.

Феномен зеркального отображения у близнецов

Данные о связи между пренатальным повреждением мозга и леворукостью достаточно убедительны для того, чтобы рассматривать такое повреждение как один из факторов, приводящих к возникновению большого числа левшей среди близнецов— как однояйцевых, так и двуяйцевых. Вследствие необычных условий пренатального развития близнецы особенно подвержены неврологическим повреждениям, и одним из результатов этого может быть леворукость.

Другой фактор, действующий только у однояйцевых близнецов, также может внести свой вклад в высокий процент левшей. Примерно у одной четверти всех пар однояйцевых близнецов проявляются, как полагают, некоторые формы феномена, называемого *зеркальным отображением*. Один из близнецов может быть левшой, а другой — правшой. У одного завиток во-

Загадка леворукости

127

лос на макушке идет по часовой стрелке, у другого — против. Отпечатки пальцев, как сообщалось, тоже демонстрируют эффекты зеркального отображения. Например, отпечаток левого указательного пальца одного из близнецов больше похож на отпечаток того же пальца на правой руке другого близнеца. Зеркальное отображение наблюдается обычно только в тех тканях тела, которые развились из эктодермального листка зародыша, и редко встречается по отношению к внутренним органам, таким как сердце и желудок [13].

Эмбриологические механизмы, ответственные за зеркальное отображение, не вполне ясны, но на этот счет существуют некоторые предположения. В определенный момент раннего периода развития в зародыше устанавливаются химические градиенты, которые образуют ось билатеральной симметрии. Если такое разделение на две части произойдет после этого момента (и в соответствующей плоскости), один зародыш будет развиваться из той части, которая была левой половиной исходного зародыша, а другой — из той, которая была правой.

Предполагают, что такого рода случайное разделение является причиной возникновения зеркального отображения, наблюдаемого у некоторых однояйцевых близнецов. Относительно позднее разделение (примерно через две недели после зачатия) обычно бывает неполным, в результате чего рождаются так называемые сиамские близнецы с соединенными телами. Зеркальное отображение может возникать только у однояйцевых близнецов, поскольку двуяйцевые развиваются из двух отдельных зародышей и здесь нет такого разделения, которое происходит с зародышем однояйцевых. Таким образом, зеркальное отображение может помочь объяснить леворукость только у однояйцевых пар.

Близнецы и рукость: некоторые дополнительные соображения

Два фактора — повреждение мозга и зеркальное отображение — могут определять несовпадение рукости у однояйцевых близнецов. У разнояйцевых близнецов несовпадение рукоств может быть результатом действия патологических факторов и генетических различий, поскольку они имеют в среднем только-половину общих генов [14]. Остается загадкой, почему факторы, влияющие на однояйцевых и двуяйцевых близнецов, действуют так, что число случаев несовпадения рукости среди' близнецовых пар обоих типов получается почти одинаковым. Это может быть простым совпадением, а может и указывать на что-то более существенное, возможно, на другой фактор, связанный с феноменом близнецов вообще, объяснения которому у нас нет. Тем не менее этот анализ позволяет предположить,

128

что близнецы не являются хорошим объектом для проверки генетических моделей рукости. Они подвержены влиянию факторов, определяющих рукость, которые в значительно меньшей степени действуют (если действуют вообще) в остальной популяции.

Интересно отметить, что по крайней мере один исследователь высказал предположение о том, что во всех случаях рождения левши можно предположить, что речь идет о выжившем члене однойцевой близнецовой пары, которая разделилась в период времени, критический для возникновения зеркального отображения [15]. Это интересное предположение, но у нас нет данных ни за, ни против него. В противоположность этому мы видели, что некоторые исследователи убеждены в генетической природе почти всех случаев леворукости; другие считают, что леворукость возникает в результате повреждения левого полушария на раннем этапе онтогенеза. В настоящее время ни одна из этих крайних точек зрения не имеет по-настоящему убедительных данных в свою поддержку, хотя в действительности каждая из них может внести свой вклад в понимание происхождения леворукости в целом.

Рукость и функциональная асимметрия

Чем отличается организация мозга у лево- и праворуких? На этот вопрос помогли ответить клинические и поведенческие исследования.

Процедура с введением амитал-натрия, обсуждавшаяся ранее, позволяет нейрохирургу анестезировать только одно полушарие и определять, какая половина мозга у данного больного, которого готовят к операции, контролирует речь. В недавно опубликованной сводке данных по тестированию с амитал-натрием, проводившемся в Институте неврологии в Монреале, сообщалось, что у 95% правшей центр речи находится в левом полушарии и у 70% левшей центр речи расположен там же. Из остальных левшей у половины отмечался правополушарный контроль речи, а у другой — центры речи были представлены билатерально [16].

Исходя из этих цифр, можно было бы заключить, что организация мозга у правшей и большинства левшей одинакова, а у многих из других левшей характер организации просто противоположен тому, что имеет место у правшей. Однако другие клинические данные указывают на более сложную картину.

В нескольких работах сообщалось о том, что восстановление после вызванной инсультом афазии у левшей происходит значительно лучше, чем у правшей [17]. Многие исследователи полагают, что восстановление после массивного повреждения речевого полушария зависит от того, насколько другое, непо-

Загадка леворукости

129

врежденное полушарие способно взять на себя его функции. Если это так, то это говорит о возможности билатеральной представленности речевых функций у большего числа левшей, чем те 15%, которые выявляются по тестам с амитал-натрием. У левшей, речь которых контролируется преимущественно одним полушарием, другое полушарие может быть «резервным» в значительно большей степени, чем у правшей.

Поведенческие исследования здоровых людей в общем подтверждают эту сложную картину. Работы, использовавшие ди-хотическое прослушивание и латерализованное тахистоскопическое предъявление стимулов для сравнения выполнения заданий лево- и праворукими испытуемыми, показывают меньшую выраженность асимметрии у левшей [18]. Как правило, любая асимметрия, обнаруженная у правшей, при исследовании левшей окажется меньше и, возможно, будет противоположного направления.

Однако сами по себе эти итоговые положения не позволяют нам разграничить те ситуации, когда левши действительно не показывают никакой асимметрии при выполнении заданий и когда приблизительно равное число испытуемых

обнаруживает право- или левостороннее преимущество. Если проанализировать данные по отдельным испытуемым, мы найдем, что леворукие испытуемые демонстрируют менее выраженные асимметрии, чем праворукие, хотя среди них встречаются левши с сильным лево- или правосторонним превосходством. Эти данные хорошо согласуются с клиническими данными, указывающими на большую билатеральность представительства функций у левшей.

Роль семейной леворукости

Создается впечатление, что организация мозга у левшей значительно сложнее, чем можно было бы ожидать на основании данных по применению пробы с амитал-натрием. Другие клинические данные говорили о том, что такую вариабельность левшей можно отчасти объяснить, определяя, встречаются ли у данного левши леворукие среди ближайших родственников (родители, братья и сестры, дети) [19].

У левшей с *семейной леворукостью* (наличие левшей среди ближайших родственников) речевые нарушения встречались с одинаковой частотой после повреждения левой или правой стороны мозга. У левшей, не имевших леворукости в роду, нарушений речи после повреждения правого полушария практически не наблюдалось. Это различие указывает на существование по крайней мере двух видов левшей и на то, что характер организации мозга у этих двух групп различен.

Влияние семейной леворукости на выполнение заданий было исследовано на здоровых людях. В одной работе с использова-

130

Глава 5

нием дихотического прослушивания было показано, что у левшей, не имевших леворукости в роду, наблюдается преимущество правого уха, а у наследственных левшей различий слуха между правой и левой стороной нет [20]. Это различие было обнаружено в нескольких других работах, но результаты некоторых из них оказались противоречивыми.

По данным одних работ оказывалось, что у левшей, имеющих леворуких родственников, наблюдается весьма выраженная правосторонняя асимметрия, а у левшей, у которых не было леворуких родственников, отмечаются признаки билатеральной или правополушарной локализации речи [21]. Другие исследователи сообщали об отсутствии различий в асимметрии между наследственными и ненаследственными левшами [22]. Однако большая часть данных поддерживает представление о различии между левшами с семейной леворукостью и без нее. Противоречие касается лишь тех показателей, по которым они различаются.

Данные, указывающие на различие в организации мозга между лицами с семейной леворукостью и без нее, рассматривались некоторыми исследователями как свидетельство генетического контролярукости. Однако те же данные можно рассматривать и как свидетельство в пользу роли факторов среды.

Инвертированное и неинвертированное положение руки при письме

Исследование Джерре Леви и Мэри-Лу Рид выявило еще одну переменную, которая может помочь разделить левшей на разные группы по характеру организации мозга [23]. Некоторые леворукие при письме держат ручку или карандаш над строчкой, их рука находится в инвертированном положении, согнутая в виде крючка. Другие леворукие так же, как практически все праворукие, держат пишущий инструмент под линией письма. Эти положения руки показаны на рис. 5.2.

Леви и Рид утверждали, что положение руки дает полезную информацию о том, какое из полушарий контролирует речевые и языковые функции у индивидуума. Их точка зрения противоречит общепринятому представлению, по которому положение руки определяется просто тренировкой. В

соответствии с общепринятой точкой зрения некоторые леворукие, вынужденные класть бумагу так же, как праворукие, приспособились загибать руку при письме по необходимости. Без этого их рука закрывает большую часть только что написанного ими.

В противоположность этому Леви и Рид утверждают, что инвертированное положение руки означает, что речевое полушарие является ипсилатеральным по отношению к ведущей руке. Так, речь левши, пишущего инвертированной рукой, конт-

Загадка леворукости

131

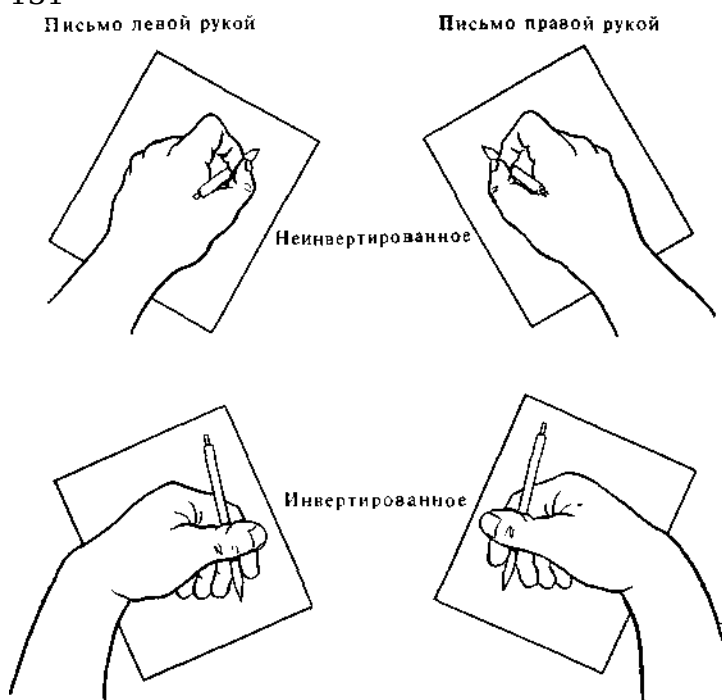


Рис. 5.2. Неинвертированное и инвертированное положение руки при письме у леворуких и праворуких [23].

ролируется левым полушарием. Речь правши, пишущего при инвертированном положении руки (их исследование включало одного такого испытуемого), будет контролироваться правым полушарием. Речь тех, кто пишет при неинвертированном положении руки, будет контролироваться полушарием, расположенным на стороне, противоположной по отношению к ведущей руке. Основанием для выводов Леви и Рид были данные, полученные при помощи двух тахистоскопических тестов, состоявших в латерализованном предъявлении трехбуквенных слогов или точки, помещаемой в случайном порядке в 1 из 20 возможных положений в левом или правом поле зрения. Эти тесты показаны на рис. 5.3. В опытах с вербальными стимулами испытуемых просили назвать предъявлявшийся слог. В опытах с точками они должны были запомнить положение точки и через несколько секунд указать его на матрице, выставленной для свободного обозрения. Для того чтобы измерить межполушарную асимметрию в обработке вербальных и пространственных сигналов, просчитывали различия полей зрения по точности (определяв-

132

Глава 5-

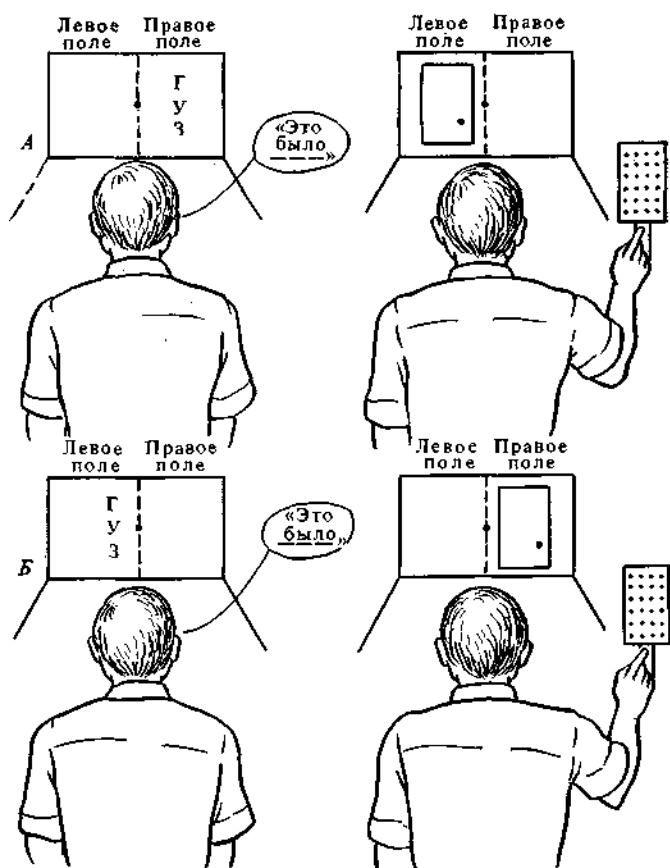


Рис. 5.3. Задачи на идентификацию слогов («что Вы видели?») и определение местоположения точки («Укажите на карточке точку, расположенную в том же месте, что и точка, появлявшаяся на экране»). А. Праворукие испытуемые, пишущие неинвертированным способом, и леворукие, пишущие инвертированной рукой, давали наиболее точные ответы, когда слоги предъявлялись в правом поле зрения, а точки — в левом. Б. Леворукие, пишущие неинвертированной рукой, и праворукие, пишущие при инвертированном положении руки, давали наиболее точные ответы, когда слоги появлялись в левом поле зрения, а точки — в правом.

Результаты ясно показывают, что у правшей, использующих неинвертированное положение руки, отмечается превосходство правого поля зрения для оперирования слогами и левого поля зрения для решения пространственных задач. У леворуких, ко-

мее путем вычитания числа правильных ответов с левого поля зрения из числа правильных ответов с правого) для каждого типа стимулов. Результаты ясно показывают, что у правшей, использующих неинвертированное положение руки, отмечается превосходство правого поля зрения для оперирования слогами и левого поля зрения для решения пространственных задач. У леворуких, ко-

Загадка леворукости

III-

которые пишут при неинвертированном положении руки, отмечено обратное отношение. В отличие от них леворукие, пишущие при инвертированном положении, дают такие же результаты, как и праворукие, использующие неинвертированное положение. Показатели единственного правши, который писал при инвертированном положении руки, были сравнимы с таковыми у левшей, пишущих неинвертированным способом.

Эти результаты показывают, что на основании одной лишь руки индивидуума можно многое сказать об организации его мозга. Однако, как и большинство интересных данных, эти результаты рожают больше вопросов, чем дают ответов. Что свидетельствует о существовании ипсилатерального моторного контроля, постулируемого Леви и Рид, а до них — Нагилаки и Леви? Если он существует, почему он должен приводить к инвертированному положению руки?

Еще более важны вопросы, поднятые в других работах, в которых

использовалось дихотическое прослушивание для поиска различий между индивидуумами, пишущими при инвертированном и неинвертированном положении руки. В этих исследованиях не было обнаружено существенных различий между двумя группами, хотя попытки воспроизвести результаты работы с латерализованным тахистоскопическим предъявлением стимулов оказались успешными [24]. Почему зрительные стимулы выявляют различие, - а слуховые нет?

В данный момент самым разумным будет отложить решение об использовании положения руки в качестве показателя асимметрии мозга до тех пор, пока не разрешатся некоторые из этих вопросов. Положение руки при письме остается, однако, многообещающей переменной, дающей исследователям возможность дифференцировать индивидуумов.

Рукость и высшие функции мозга

Отличаются ли левши от правшей в чем-нибудь, кроме организации мозга? Исследование взаимоотношений между рукостью и асимметрией мозга побудило многих ученых обратить внимание на значение этих взаимоотношений для других функций. Вспомним, например, модель, объясняющую леворукость действием патологических факторов. Согласно этой модели, некоторые леворукие (один исследователь говорит — все) в самом начале жизни перенесли небольшие повреждения мозга, что привело к изменению рукости, и индивидуум, который мог бы быть правой, стал левой. Исходя из этой модели, нетрудно предположить, что небольшие повреждения мозга могут привести к снижению способности к выполнению различных тестов на высшие функции мозга.

134

Глава 5

Леворукость и умственные способности

Исследования, в которых проводили сравнение выполнения тестов на высшие функции мозга левшами и правшами, мало что дали для подтверждения предсказаний относительно более низких умственных способностей у левшей. В недавнем обзоре литературы процитировано 14 работ по исследованию способностей к чтению. Только в одной из них было обнаружено различие между левшами и правшами, причем оно оказалось в пользу левшей [25]. В одном исследовании при использовании в качестве критериев показателей академической успеваемости не было выявлено никаких различий между группами, тогда как в другом нашли, что левши значительно хуже сдавали вступительные экзамены в колледж. В трех работах сообщалось, что леворукие значительно хуже справлялись с заданиями на восприятие, хотя при последующем исследовании повторение одной из этих работ не выявило указанного различия.

Несмотря на это относительно скудное количество эмпирических данных, подтверждающих различия в выполнении тестов левшами и правшами, мнение о связи леворукости с более низкими способностями продолжает существовать. Скорее всего, оно является следствием большего процента левшей среди умственноотсталых и неспособных к чтению лиц. Наличие этой связи позволяет предполагать, что некоторая доля леворукости в этих группах, подобранных на основании пониженных способностей, имеет патологическое происхождение. То же повреждение, которое вызывает ухудшение умственных способностей, может лежать и в основе перемены ведущей руки на левую. Из этого, однако, не следует, что такая же связь существует и в группах нормальных здоровых людей.

Таким образом, значительный интерес к исследованию взаимоотношений между рукостью и познавательными способностями спровоцирован моделью леворукости, объясняющей ее патологическими факторами. Другой теоретический подход к этому вопросу был избран Леви [26]. Она обратила внимание на то, что у многих леворуких наблюдаются признаки определенных

речевых способностей правого полушария в дополнение к речевым способностям левого. Она заинтересовалась, как это сказывается на зрительно-пространственных функциях, обычно контролируемых у праворуких правым полушарием.

Она предположила, что речевые и зрительно-пространственные функции могут конкурировать за доступную нервную ткань полушария и что речевые функции будут преобладать за счет других. Исходя из этого предположения, она предсказала, что леворукие должны хуже выполнять зрительно-пространственные задачи, чем праворукие, но одинаково с ними выполнять вербальные.

Загадка леворукости

135

Для проверки своей гипотезы она отобрала среди студентов-выпускников Калифорнийского технологического института 10 левшей и 15 правшей и применила к ним шкалу Векслера для проверки интеллекта у взрослых. Эту шкалу можно разделить на две части: одна состоит из вербальных тестов, а другая — из заданий на выполнение определенных действий. Вербальные тесты затрагивают информацию общего характера, словарный запас и подобию (простые абстракции). Тесты на выполнение действий включают создание конструкций из кубиков (кубики Коха), сборку предметов (сборку головоломок) и завершение изображений (обращая внимание на аномалии в рисунках)¹.

Работа Леви показала, что 'по вербальным компонентам шкалы показатели у левшей и правшей одинаковы. Однако по невербальным компонентам у левшей показатели оказались значительно ниже, чем у правшей. Таким образом, предсказание Леви о худшем выполнении зрительно-пространственных задач левшами было подтверждено.

Важно, однако, помнить о том, что этот «дефицит» только относителен. Испытуемые Леви — как правши, так и левши — продемонстрировали по обеим частям шкалы показатели, существенно превышающие средние. И все же показатели лево-руких по выполнению действий были ниже их показателей по вербальным тестам, тогда как у праворуких такой разницы не было.

Работа Леви вызвала большой интерес и несколько попыток повторить ее [27]. В одном исследовании сходные результаты получили на большем числе испытуемых, набранных из студентов колледжей. В трех других работах, проведенных на больших группах испытуемых из других слоев населения, не нашли никаких свидетельств ожидаемых различий.

Некоторые исследователи утверждали, что результаты Леви являются артефактом, связанным с использованием группы особым образом подобранных испытуемых. Однако это возражение не может объяснить успешного воспроизведения результатов Леви другими.

¹ Вербальные тесты оказываются наиболее чувствительными к повреждениям левого полушария, возможно, потому, что они связаны с языком. Тесты на выполнение действий, как известно, довольно чувствительны к повреждению любого из полушарий, особенно в теменной области. Кроме того, тесты на выполнение действий, по-видимому, более чувствительны, чем вербальные, к повреждениям мозга вообще и особенно к диффузным повреждениям. Их выполнение ухудшается первым по мере увеличения возраста испытуемых, и они в наибольшей степени подвержены влиянию мозговых травм и диффузных патологических процессов.

136

Глава 5

Леонардо да Винчи был левшой

Некоторые исследователи предполагали, что более выраженное билатеральное распределение языковых функций, которое, по-видимому,

характерно для левшей, может обуславливать более высокие способности. Приводился такой довод: творческие способности могут усиливаться у людей, устройство мозга которых позволяет вербальным и невербальным способностям взаимодействовать в большей мере, благодаря их локализации в одном и том же полушарии. Время от времени появлялись сообщения о лучшем выполнении тестов леворуки-ми, но эти исследования рисуют ничуть не более ясную картину, чем те, которые говорят о худших способностях у леворуких. Однако сторонники этих взглядов с жаром указывают на то, что Леонардо да Винчи, Бенджамин Франклин и Микеланджело были левшами. Несмотря на некоторые намеки на дефицит способностей у леворуких и вполне оправданные контраргументы, о которых только что упоминалось* очевидно, что любые различия в познавательных способностях лево- и праворуких очень невелики и не имеют большого практического значения. Ясно, что индивидуальные различия внутри групп намного больше, чем статистические различия между группами, как и во многих подобных исследованиях. Однако вопрос о статистических различиях в познавательных функциях и рукости будет исследоваться и в дальнейшем, поскольку он имеет большое значение для теорий вариативности и организации мозга.

Глава 6

Пол и асимметрия

Рассмотрим следующий простой опыт. В одной ситуации испытуемых просят мысленно просмотреть алфавит и подсчитать число букв, включая букву «е», которые в произношении содержат звук [i:]¹. В другой ситуации испытуемых просят подсчитать число букв, изображения которых в виде заглавных содержат закругленные линии. В обоих заданиях испытуемые должны проделать все это «в уме». Не разрешается ни писать, ни произносить буквы вслух. Участвующих просят произвести подсчет как можно быстрее, потому что в результатах учитывают как точность ответа, так и его скорость.

Какая задача труднее — подсчет звуков или подсчет закруглений? Результат этого исследования зависит от того, кто подвергается испытанию—мужчины или женщины. Мужчины точнее и немного быстрее решают задачу на форму букв; женщины лучше справляются со звуковой задачей [1].

Это одно из многих исследований, указывающих на половые различия в некоторых человеческих способностях, в данном случае в вербальных и пространственных. Множество данных свидетельствует о том, что женщины превосходят мужчин в широкой области навыков, требующих использования языка, а мужчины превосходят женщин в решении задач, пространственных по природе [2].

Однако простое установление половых различий, подобных этим, ничего не говорит относительно их происхождения. Важную роль здесь могут играть биологические факторы, а также различия в практике воспитания детей разного пола. Недавние исследования левого и правого мозга позволили предположить, что половые различия в вербальных и пространственных способностях могут быть связаны с различиями в способе распределения этих функций между полушариями у мужчин и у женщин.

В этой главе мы рассмотрим данные по этому вопросу и обсудим их теоретическое и практическое значение. Наше представление о половых различиях в работе мозга основано на результатах клинических и поведенческих исследований.

¹ Произношение многих согласных английского алфавита, а также гласной «е» включает звук [i:], например: *b* — [bi:], *c* — [si:] и т.д. — *Прим. ред.*

Глава в

Клинические данные

Половые различия в последствиях повреждений мозга

Герберт Лэнсделл (Национальные институты здоровья) был среди первых

исследователей, обративших внимание на различные последствия одностороннего повреждения мозга у мужчин и женщин. Лэнсделл интересовался изучением результатов Удаления части височной доли на одной стороне мозга у больных, оперированных по поводу эпилептических припадков. Множество более ранних исследований позволило ему предсказать Возникновение после операции на правом полушарии большего Дефицита в выполнении зрительно-пространственных задач, а После операции на левом — в выполнении вербальных задач. Его предсказания подтвердились, но только для больных мужского пола. Эти неожиданные данные заставили Лэнсделла Предположить, что некоторые физиологические механизмы, лежащие в основе зрительно-пространственных и вербальных способностей, в женском мозге могут перекрываться, а в мужском — располагаться в противоположных полушариях.

Более поздние работы привели к таким же выводам. Например, психолог Дженнет Мак-Глоун сообщила о данных, собранных на, 85 праворуких взрослых больных с повреждениямилевой или правой стороны мозга [4]. Большинство из них перенесли инсульт; у некоторых были опухоли. Каждому больному давался набор психологических тестов, включая шкалу Векслера для оценки интеллекта у взрослых и тест на афазию, для того чтобы узнать, в какой мере дефициты вербального и невербального характера обусловлены половыми различиями и в какой — стороной повреждения.

Результаты по ухудшению речевых функций были поразительными. Афазия вследствие повреждения левого полушария Возникала у мужчин в 3 раза чаще, чем у женщин. Даже если Из анализа исключали больных с признаками афазии, дефицит При выполнении сложных вербальных задач у оставшихся испытуемых чаще встречался и был тяжелее у мужчин.

В противоположность этому выполнение невербальных задач шкалы Векслера не показало каких-либо существенных Различий, обусловленных полом или стороной повреждения. Однако, когда выполнение невербальных тестов сравнили с выполнением вербальных, снова проявились различия, связанные с полом и стороной повреждения. Полезным критерием является разность между показателями выполнения невербальных и вербальных пунктов теста для оценки коэффициента умственного развития (IQ). У мужчин повреждение левого полушария Ухудшало вербальный коэффициент больше, чем невербальный, а повреждение правого, полушария в большей степени

Пол и асимметрия

139

снижало уровень выполнения невербальных тестов. У женщин никакого влияния стороны повреждения не обнаружили. Их показатели IQ по вербальным и невербальным тестам при повреждении левой или правой стороны существенно не различались. Эти данные также подтверждают предположение Лэнсделла о том, что у женщин и языковые и пространственные способности представлены более билатерально, чем у мужчин.

Всегда ли имелись половые различия?

Как можно согласовать эти данные с результатами почти столетних клинических исследований межполушарной асимметрии, которые ничего не говорят о половых различиях? Одним из объяснений, возможно, является то, что многие из более давних исследований проводились на группах больных, составленных преимущественно из мужчин. Интенсивные исследования проводились в госпиталях Управления по делам ветеранов, где больные в основном мужчины. Объектом многих исследований были больные, страдающие от повреждений мозга, связанных с военными травмами, и это в подавляющем большинстве тоже мужчины. В группах больных, перенесших операцию на височной доле, оба пола представлены также не поровну. Большинство операций этого типа предпринималось для ослабления

эпилепсии — заболевания, которое значительно чаще встречается у мужчин. Другим важным моментом в объяснении причин, по которым в ранних работах не замечали половых различий, является просто то, что никто их не искал. В отношении последствий одностороннего повреждения мозга среди больных (даже одного пола) существует громадная вариабельность. Повреждение левого полушария у одних праворуких людей может вызвать тяжелые нарушения языковых навыков, тогда как сходное повреждение у других дает минимальные последствия. Эта внутригрупповая вариабельность затрудняет выявление различий между мужчинами и женщинами, если исследователь не работает с большой группой испытуемых и специально не ищет эти различия. Данные поведенческих исследований

Исследование слуха и зрения

Многие ученые, проводившие поведенческие исследования латерализации функций, начали искать связанные с полом различия. В нескольких работах, где применялось дихотическое прослушивание слов, было описано большее преимущество правого уха у мужчин по сравнению с женщинами. Филип

Брай-

140

Глава 6

ден — психолог, который провел многочисленные исследования асимметрии мозга с помощью методики дихотического прослушивания для выявления возможных половых различий, объединил данные нескольких своих работ, где испытуемым дихотически предъявлялись пары чисел [5]. Из 98 испытуемых, обследованных им, 73,6% мужчин (11 леворуких и 42 праворуких) показали преимущество правого уха, а среди женщин преимущество правого уха показали 62,2% (3 леворукие и 42 праворукие). Половые различия в слуховой асимметрии были обнаружены также в работах, в которых в качестве дихотических стимулов использовались слоги.

Однако не все попытки найти половые различия при выполнении заданий с дихотическим прослушиванием вербальных стимулов увенчались успехом [6]. Это заставило некоторых исследователей усомниться прежде всего в существовании половых различий в латерализации. Они доказывали, что эта область исследований страдает *ошибкой 1-го типа*.

Под ошибкой 1-го типа имеется в виду тот сорт ошибки, которая совершается, когда исследователь заключает, что различия, наблюдавшиеся им в работе, являются подлинными, тогда как на самом деле они случайны. Исследователи много охотнее представляют для публикации работы, сообщающие о различиях между группами (а редакторы журналов значительно лучше принимают такие работы), чем работы с отрицательными результатами. Критики полагали, что журнальные публикации — это только верхушка айсберга, которому можно уподобить исследования половых различий в латерализации, и что большинство работ, получивших отрицательные результаты, никогда не публикуется.

Те, кто убеждены в реальности половых различий в латерализации, парируют этот довод тем, что ставят под сомнение чувствительность тестов в работах, которые не смогли обнаружить свидетельств половых различий. Они отмечают огромную вариабельность в латерализации в пределах группы испытуемых данного пола и указывают, что эта вариабельность очень затрудняет выявление подлинных, но небольших различий между полами. Это особенно сказывается на исследованиях, выполненных на небольших группах из 10 или 15 испытуемых, а таков объем многих работ.

Исследования половых различий у детей

Значительные половые различия в латерализации пространственных функций были обнаружены у детей. Стандартные методики изучения роли правого полушария в обработке пространственной информации оказалось сложно использовать при работе с маленькими детьми. Поэтому Сандра Уайтлсон при-

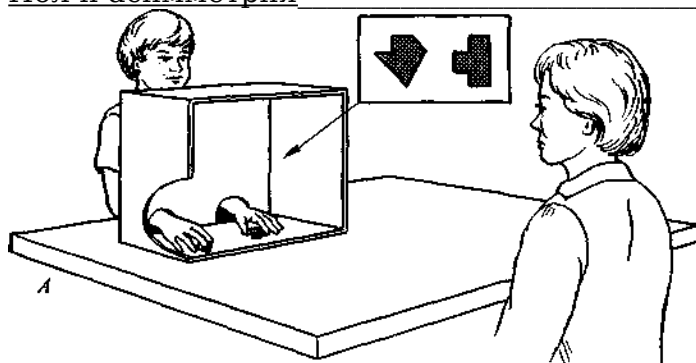


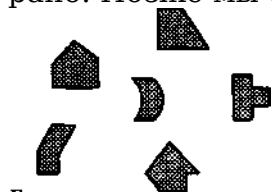
Рис. 6.1. Тест с дидактической стимуляцией. А. Испытуемому дают два не имеющих никакого назначения предмета разной формы — таких, как показаны в рамке. Не имея возможности видеть предметы, он одновременно ощупывает каждый предмет одной рукой в течение 10 с. Б. Испытуемого просят определить эти два предмета среди шести, выставленных для обозрения.

думала тест с тактильным восприятием, который можно использовать для исследования разных возрастных групп [7].

Тест, известный как тест с дидактической стимуляцией, требует, чтобы испытуемый одновременно ощупал разными руками два различных предмета, скрытых от глаз. На рис. 6.1 показаны используемые стимулы. После десятисекундного ощупывания фигур, не имеющих какого-либо назначения, испытуемый выбирает две фигуры из шести, выставленных на его обозрение. Результаты затем оценивают по числу предметов, правильно выбранных каждой рукой.

Уайтлсон проверила 200 детей в возрасте от 6 до 13 лет с ярко выраженной праворукостью. Результаты показали существенную связь между рукой и полом. У мальчиков показатели для левой руки были значительно лучше, чем для правой, а у девочек показатели для обеих рук не различались. Тест с дидактическим прослушиванием чисел, проведенный на тех же испытуемых, не выявил каких-либо половых различий в соотношении детей, демонстрирующих преимущество правого или левого уха.

Результаты работы Уайтлсон говорят о том, что половые различия в латерализации пространственных способностей могут возникать довольно рано. Позже мы обсудим механизмы,



Б

342

Глава 6

которые, возможно, лежат в основе этих различий. В следующем разделе будут суммированы остальные фрагменты информации, которые дают дополнительные свидетельства существования половых различий.

Активность и анатомия. Дополнительные аспекты загадочной проблемы половых различий

Различия в анатомии мозга

В гл. 4 мы рассматривали некоторые данные, указывающие на анатомические различия между полушариями. Растущий интерес к проблеме половых различий в латерализации заставил исследователей попытаться узнать, не связаны ли эти различия с полом, и стали появляться данные, говорящие о наличии такой связи.

Хотя некоторые работы не содержали данных относительно пола, в одном

крупном исследовании такую информацию получили для большинства изучавшихся посмертно экземпляров мозга [8]. Результаты измерений описывались в виде соотношения между длинами правой и левой височных плоскостей в каждом мозге. Это соотношение почти всегда было меньше 1, что свидетельствовало о большей длине левосторонней плоскости. Однако большинство из тех экземпляров мозга, на которых отмечено обратное соотношение, принадлежало женщинам.

Если предположить, что обратное соотношение отражает большую билатеральность функции, то эти данные согласуются с представленными ранее. У женщин, по-видимому, латерализация менее выражена. Мы должны, однако, еще раз подчеркнуть, что связь между анатомическими и функциональными асимметриями является в настоящее время непроверенным предположением. Эту связь следует твердо установить, прежде чем можно будет использовать анатомические данные для того, чтобы делать заключение относительно функции. К тому же обратное соотношение (правая височная плоскость длиннее левой) показано для относительно немногих экземпляров, так что мы говорим об эффекте, который наблюдается, возможно, только у небольшой части женщин.

Электрическая активность и половые различия

Некоторые данные, указывающие на половые различия, получены из электрофизиологических исследований. В одной работе изучали корреляцию между степенью асимметрии

Пол и асимметрия

143

альфа-активности в ЭЭГ (мощность альфа-активности левого полушария минус мощность альфа-активности правого) и скоростью выполнения различных заданий, которые, как полагают, избирательно вовлекают левое и правое полушарие [9]. У мужчин была обнаружена достоверная корреляция между величиной асимметрии и выполнением «правополушарного» задания. Корреляция при «словарном» задании для левого полушария приближалась, но не достигала статистически значимого уровня; при выполнении задания, затрагивающего, предположительно, оба полушария, какой-либо корреляции не обнаружено. У женщин, однако, ни одна из этих корреляций значимо не отличалась от нуля. Эти результаты говорят о некоторых различиях в латерализации как функции пола, но прямой анализ мощности альфа-активности самой по себе при выполнении разных типов задач не выявил каких-либо половых различий, которые изначально предполагались.

В другой работе исследовали половые различия в ситуации, когда испытуемых обучали (используя обратную связь) генерировать симметричную или асимметричную ЭЭГ-активность [10]. В задаче, где испытуемый может управлять включением или выключением тона, генерируя определенного вида ЭЭГ (например, большую альфа-активность в левом или правом полушарии или одинаковую альфа-активность в обоих полушариях — низкую или высокую), люди быстро приобретают способность производить требуемое распределение активности. Результаты показали, что женщинам лучше удается поддерживать асимметричную активность, чем мужчинам, но в способности поддерживать симметричную активность в двух полушариях половых различий обнаружено не было.

Хотя эта работа указывает на половые различия в асимметрии мозга, они противоположны тем, которые можно было бы предсказать, исходя из гипотезы о меньшей латерализации у женщин. Исследователи предположили, что это явное противоречие может быть связано с тем, что в других работах для изучения асимметрии использовались задания на *восприятие*; они же применили задачу на *генерирование* асимметричной альфа-активности. Половые различия в асимметрии, полагают они, могут сильно зависеть от того, что исследуется — восприятие или генерирование.

Таким образом, электрофизиологические работы вносят свой вклад в представление о разном характере латерализации у мужчин и женщин. Эта область исследования, однако, сталкивается с теми же трудностями, что и электрофизиологические работы, рассмотренные в гл. 4. Часто бывает трудно повторить исследования, и даже удачные на вид работы не всегда ясны по своим результатам или их интерпретации.

144

Глава 6

Действительно ли существуют половые различия в латерализации?

Существуют ли половые различия в распределении вербальных и пространственных функций между полушариями? Большинство данных, рассмотренных в предыдущих разделах, говорят о том, что существуют. Ряд работ указывает на более выраженную тенденцию к латерализации вербальных и пространственных способностей у мужчины к билатеральному представительству обоих типов функций у женщин. А не может ли здесь быть ошибки первого типа? Нет ли работ (о части из них мы не знаем, потому что они не опубликованы), в которых не удалось найти означенных половых различий?

Просмотр литературы по латерализации породил у нас трезвое отношение к ошибке первого типа и хаосу в науке, который она может вызвать. Однако частота и согласованность сообщений о половых различиях в организации мозга заставляют нас признать реальность их существования, по крайней мере как рабочую гипотезу. В пользу такого утверждения говорит разнообразие методических подходов (клинические исследования, дихотическое прослушивание, тахистоскопическое предъявление и электрофизиологические исследования), которые приводят к одинаковому заключению: у женщин латерализация менее выражена, чем у мужчин.

Обзор работ, не согласующихся с этим заключением, показывает, что в большинстве из них речь идет об отсутствии различий между полами. Действительно, редко встречается работа, сообщающая о половых различиях в плане большей латерализации у женщин. Это позволяет полагать, что существуют истинные различия, которые невелики и легко маскируются индивидуальной вариабельностью или другими неконтролируемыми факторами.

Происхождение половых различий

Допустим, что половые различия действительно существуют. Чем их можно объяснить? Было высказано несколько интересных предположений. Дебора Вейбер полагала, что виды половых различий, которые были рассмотрены нами, связаны не с полом как таковым, а с различиями в скорости развития мужчин и женщин [11]. Вейбер обратила внимание на то, что женщины обычно достигают физической зрелости раньше, чем мужчины. Она предположила, что скорость созревания может быть систематически связана с различиями в вербальных и пространственных способностях. Она предсказала, в частности, следующие взаимоотношения, которые не должны зависеть от пола. Во-первых, рано достигающие зрелости индивидуумы об-

Пол и асимметрия

145

ладают лучшими вербальными способностями, чем пространственными; поздно созревающие лучше справляются с пространственными задачами, чем с вербальными. Во-вторых, у ран» созревающих отмечается меньшая латерализация речи, чем у поздно созревающих.

Вейбер проверила свой прогноз на 80 детях, разделенных на 8 групп по возрасту (10 и 13 лет для девочек; 13 и 16—для мальчиков), полу и уровню зрелости (раннее или позднее созревание устанавливалось путем медицинского обследования вторичных половых признаков). Индивидуумов причисляли к рано созревшим, если их возраст был меньше среднего возраста

для их стадии полового развития по крайней мере на одно стандартное отклонение, и относили к поздно созревающим, если их возраст был на одно стандартное отклонение больше принятых норм.

Каждому испытуемому давали несколько стандартных тестов на вербальные и пространственные способности, а также тест с дихотическим прослушиванием пар из согласного и гласного звуков для оценки латерализации речевых функций. Результат в целом подтвердил предсказания Вейбер. Внутри групп индивидуумов, независимо от -пола, поздно созревающие лучше справлялись с пространственными задачами, а рано созревающие — с вербальными. Дальнейший анализ показал, что со скоростью созревания связаны только результаты пространственных тестов. Результаты вербальных тестов не различались как функция созревания. Среди старших испытуемых у поздно созревающих наблюдалось также более выраженное преимущество одного уха, чем у раносозревших. У младших детей не обнаружено различий в преимуществе уха как функции скорости созревания. В работе не было обнаружено значимых различий, связанных только с полом.

Данные Вейбер приводят к предположению о том, что половые различия в вербальных и пространственных способностях и латерализации этих функций могут быть обусловлены не полом, а переменной, которая определенным образом связана с полом — скоростью созревания.

Джерре Леви предположила, что в основе половых различий в латерализации лежат эволюционные факторы [12]. Она приводит следующие доводы: в ходе эволюции человека мужчины выполняли роль охотников и руководителей переселений, и те из них, которые обладали хорошими зрительнопространственными способностями, имели преимущество в ходе естественного отбора. В то же время женщины могли испытывать давление отбора в отношении навыков, связанных с воспитанием детей, — таких как использование речи в качестве средства общения, а также развития социальной чувствительности и легкости невербального общения. Леви предполагает, что

146 Глава 6

большая билатеральность в распределении функций может облегчать развитие навыков, необходимых для женщин, тогда как -более строгое разделение функций необходимо для обеспечения высокого уровня развития зрительнопространственных навыков у мужчин.

Значение половых различий

С теоретической точки зрения значение половых различий в организации мозга является важным вопросом. Если половые различия существуют, то каковы их адаптивные преимущества? Как организация мозга связана с характером высшей психической деятельности? Влияют ли на асимметрии мозга половые различия в практике воспитания детей? Остается еще целый ряд важных вопросов, на которые пока нет ответов.

Особенно интересен вопрос о том, как латерализация связана со способностями. Подразумевает ли большая латерализация данной функции ее более совершенное выполнение? Не потому ли лучше пространственные способности у мужчин по сравнению с женщинами, что пространственная информация у них в большей мере обрабатывается, по-видимому, одним полушарием? Разумеется, нет никаких логических оснований ожидать, что большая латерализация неизбежно ведет к большим способностям. В действительности нам следует допустить противоположное, для того чтобы объяснить (Превосходящие вербальные способности женщин. Согласно поведенческим испытаниям и клиническим данным у женщин, по-видимому, языковые функции менее латерализованы, однако в целом они •превосходят мужчин в языковых навыках.

Между латерализацией и способностями могут существовать взаимоотношения, различные для различных задач. Если это так, было бы чрезвычайно интересно узнать, почему мозг столь по-разному организуется

для оптимального осуществления различных функций. Пока мы можем только строить предположения о взаимоотношениях между латерализацией и способностями. Ясно, однако, что это весьма важно для окончательного понимания рассмотренных нами половых различий.

Хотя большинство исследователей, вероятно, согласно с тем, что теоретические вопросы такого рода важны, единого мнения относительно практического значения половых различий в организации мозга и их возможных коррелятов в познавательной деятельности, несомненно, не существует. Половые различия в высших психических функциях обычно составляют около одной четверти стандартного отклонения. Это означает, что распределения, характеризующие способности мужчин и женщин, в значительной мере перекрываются. У некоторых женщин способности, относящиеся к пространственным навыкам, оказываются

Пол и асимметрия

ЦТ

ся выше, чем у большинства мужчин, тогда как некоторые мужчины обладают лучшими вербальными навыками, чем большинство женщин. В среднем, однако, группы действительно определенным образом различаются по этим способностям.

Тот факт, что распределение способностей у лиц разного пола в значительной мере перекрывается, дает основание полагать, что сам по себе пол не следует использовать в качестве основного критерия при определении выбора рода занятий или возможностей получить образование. Уайтлсон предположила, что данные по половым различиям в организации мозга могут быть основой для разработки учебных программ начальных школ, наилучшим образом приспособленных к возможностям каждого пола. Этот подход, однако, отрицает значение индивидуальных различий в пределах групп мужского и женского пола. Необходимость создания программ, лучше учитывающих способности определенных групп, понятна. Возможно, однако, состав этих групп разумнее определять по результатам индивидуального тестирования, а не по полу.

Глава 7

Развитие асимметрии

При рождении вес мозга младенца не превышает одной четвертой веса мозга взрослого. Однако к двухлетнему возрасту мозг увеличивается более чем втрое и почти приближается к своему окончательному размеру. Эти ярко выраженные изменения величины мозга сопровождаются не менее выраженными изменениями в способностях ребенка. К двум годам средний ребенок уже начинает говорить и проявлять многие из высших функций, характерных для мозга человека.

В этой главе мы рассмотрим вопрос, как и в какой момент основные различия между левым и правым мозгом, выявляемые у взрослого, вписываются в эту картину физических и функциональных изменений в детстве. Развиваются ли эти асимметрии постепенно вместе с ростом ребенка, или они есть уже при рождении, или даже, возможно, до него? Какую роль в формировании асимметрии играют генетические факторы и факторы внешней среды? Может ли изменяться характер асимметрии и если да, то каковы лимитирующие факторы?

Эти основные вопросы стоят в центре значительного числа исследований, использующих много различных методов. Ответы на эти вопросы могут внести важный вклад в понимание механизмов расстройств речи как у детей, так и у взрослых. С их помощью, возможно, удастся также лучше понять другие проблемы, связанные с разделением функций между полушариями.

Когда завершается латерализация?

Факты в пользу завершения латерализации в период полового созревания

Сегодняшний интерес к проблеме развития латерализации в значительной

мере обусловлен, вероятно, работами Эрика Леннеберга [1]—психолога из Корнеллского университета. В середине шестидесятых годов Леннеберг, изучив целый ряд данных, сделал вывод, что латерализация функций в мозге развивается постепенно и завершается в период полового созревания. Его исследования указывали также на то, что половое

Развитие асимметрии

149

созревание является критическим периодом для способности овладеть новым языком, просто находясь в соответствующем окружении, и говорить на нем без акцента. Леннеберг полагал, что одновременное завершение обоих этих процессов не является простым совпадением. Он видел в одном биологическую основу другого.

Делая вывод о временном ходе развития латерализации, Леннеберг опирался в основном на клинические данные, накопленные невропатологом Бассером [2]. Бассер сообщил, что около половины из 72 детей, перенесших повреждение мозга в возрасте до 2 лет, начали говорить в обычное время, а у другой половины наблюдалась некоторая задержка. Между детьми с повреждениями левого и правого полушария не было обнаружено различий в результатах, что давало основание предположить, что межполушарная асимметрия в отношении языка к двум годам еще окончательно не сформирована. Однако результаты обследования группы детей, перенесших повреждение в возрасте примерно от 2 (начало формирования речи) до 10 лет, выявили наличие различий, связанных со стороной повреждения. В этой группе повреждение левого полушария вызывало нарушения речи у 85% детей, а повреждение правого — только у 45 %.

Несмотря на различие в последствиях повреждения левого и правого мозга, их частота у детей все же отличается от того, что наблюдается у праворуких подростков и взрослых, перенесших аналогичное повреждение. У последних афазия очень редко возникает при повреждении правого полушария, зато после повреждения левой половины мозга встречается даже чаще. На основании этих данных Леннеберг сделал вывод, что латерализация начинается в период овладения языком, но до наступления половой зрелости не завершается.

Пересмотр представления о сроках завершения латерализации

Интерпретация этих данных Леннебергом была подвергнута сомнению. Тщательное повторное их изучение показало, что в каждом из тех случаев, когда повреждение правого полушария приводило к нарушениям речи, оно происходило у ребенка, не достигшего 5 лет. В единственном случае, когда правое полушарие было повреждено в более старшем возрасте (после 5 лет), потери речи не отмечалось. Таким образом данные Бассера согласуются с гипотезой о том, что латерализация завершается к 5 годам, а не к периоду полового созревания, и не содержат достаточного материала для того, чтобы проверить гипотезу о более позднем завершении латерализации [3].

150

Глава 7

Дальнейший пересмотр данных Бассера заставил одного исследователя даже утверждать, что они согласуются с гипотезой о завершении латерализации к моменту рождения, а не к 5 годам или половому созреванию. Кинсбурн проверил записи неврологических обследований больных Бассера и утверждает, что в большинстве тех случаев, когда повреждение правого полушария в раннем детстве приводило к афазии, на самом деле было повреждено не только правое, но и левое полушарие [4]. Если это так, то тогда данные о частоте афазии после повреждения левой или правой стороны мозга у детей не отличаются от данных, полученных на взрослых.

Ясно, что ответить на вопрос, отличаются ли дети и взрослые по частоте развития афазии вследствие повреждения левого или правого полушария,

могли бы помочь новые данные,, полученные с помощью современных средств определения локализации мозговых повреждений. Однако независимо от результатов такого исследования мы точно знаем, что между детьми и взрослыми существуют ярко выраженные различия в восстановлении речи после афазии. Мы рассмотрим теоретическое значение этого факта позднее.

Возраст и асимметрия;

поиск начальных сроков латерализации

Данные Бассера о последствиях одностороннего повреждения мозга привели разных ученых к различным выводам относительно временного хода развития асимметрии мозга. Существуют и другие источники данных, касающихся этой проблемы, и мы обратимся теперь к их рассмотрению.

Дихотическое прослушивание в колыбели

Во многих исследованиях с дихотическим прослушиванием пытались определить самый ранний возраст, в котором можно обнаружить преимущество правого уха. Методика исследований, подробно рассмотренная в гл. 3, заключается в одновременном предъявлении на оба уха двух различных речевых сообщений. Испытуемых обычно просят сказать, что они слышали, и очевидно, что эта методика накладывает ограничения на возраст детей, которых можно таким образом проверить. Тем не менее стандартный тест с дихотическим прослушиванием был применен к трехлетним детям и обнаружил у них преимущество правого уха [5].

Развитие асимметрии

151

Для того чтобы дихотическую методику «ввести в колыбель» и узнать, обладают ли младенцы преимуществом правого уха, относительно недавно были использованы остроумные методы. В одном из исследований младенцы в среднем 50 дней от роду сначала обучались сосать соску, для того чтобы получить дихотическое предъявление пары слов. Каждый раз, когда ребенок сосал с заранее определенной интенсивностью, ему предъявлялись те же самые слова. Эта процедура продолжалась до тех пор, пока ребенок *не* привыкал к стимуляции, о чем свидетельствовало постепенное уменьшение скорости сосания. В этот момент изменяли стимул, подаваемый либо на левое, либо на правое ухо, и исследователь наблюдал за изменениями у ребенка скорости сосания. Результаты этого исследования показали, что младенец обращает внимание на изменение стимула, воспринимаемого любым ухом (увеличивается -скорость сосания), но изменения стимула, подаваемого на правое ухо, вызвали большее ускорение сосания [6].

Работа других исследователей показала, что младенцы обычно увеличивают скорость сосания при предъявлении новых стимулов. Тогда результаты работы с дихотическим предъявлением речевых стимулов говорят о том, что различие между старым и новым стимулом легче обнаружить правым ухом, т. е. — о преимуществе правого уха. В проведенном сходным образом исследовании того же автора с применением неречевых стимулов обнаружено большее увеличение сосания при изменении стимула, подаваемого на левое ухо. Это служит дополнительным свидетельством того, что «различие ушей» в дихотическом тесте отражает асимметрию мозга.

Хотя эта модификация дихотической методики очень остроумна и поощряет тех, кто верит в наличие латерализации функций уже при рождении, у других исследователей при попытках воспроизвести эти данные возникли затруднения. В одном исследовании повторили работу с речевыми стимулами, немного изменив методику с тем, чтобы предотвратить возможное неумышленное влияние экспериментатора на результаты¹. В этом исследовании не удалось получить каких-либо свидетельств различий в скоростях сосания при изменении стимулов, подаваемых на левое и правое ухо [7]. Необходима дальней-

¹ Косвенное влияние экспериментатора является потенциальной проблемой

всех поведенческих исследований, строго не контролирующих этого фактора. В только что обсуждавшейся работе экспериментатор, наблюдавший за ребенком, не был «слепым» к порядку предъявления стимулов, т. е. он знал, на какое ухо в данной пробе поступает измененный звуковой сигнал. Таким образом, он мог непреднамеренно влиять на реакции ребенка в определенном направлении. При попытках повторения этой работы взаимодействие экспериментатора и ребенка уменьшали до минимума, и экспериментатор, находящийся в комнате с ребенком, не знал о конкретных условиях стимуляции, реализовавшихся в каждой данной пробе.

152

Глава 7

шая работа для того, чтобы установить, можно ли обнаружить слуховые асимметрии у новорожденных.

Предпринимались также попытки выяснить, изменяется ли с возрастом величина слуховой асимметрии, оцениваемая в стандартных тестах с дихотическим прослушиванием. Возможно, что при рождении существуют зачатки латерализации функций, и по мере роста ребенка степень асимметрии увеличивается. Результаты исследования этого вопроса не вполне определены. Некоторые исследователи сообщали, что в возрасте от 5 до 12 лет асимметрия не изменяется; другие отмечали различия в степени асимметрии в том же периоде [8].

Вызванные потенциалы у младенцев

Поскольку электрофизиологические методики не требуют от испытуемого какого-либо сознательного ответа, они идеально подходят для изучения межполушарной асимметрии у младенцев. Психолог Деннис Молфиз был одним из первых, кто обнаружил свидетельства асимметрии при регистрации электрической активности от левого и правого мозга у новорожденных. В одной из работ он и его коллеги предъявляли младенцам в возрасте от одной недели до десяти месяцев речевые звуки, такие как «ба», и регистрировали от обоих полушарий вызванные потенциалы (ВП) [9]. У 9 из 10 исследованных младенцев они обнаружили реакции большей амплитуды, отражающие, предположительно, большую вовлеченность в обработку звуков, на левой стороне. У самых маленьких и у детей постарше реакции были одинаковы. Единственному ребенку, показавшему обратный результат, было 8 мес. Когда Молфиз предъявил младенцам некоторые неречевые звуки, такие как кратковременный шум или фортепианный аккорд, результаты получились противоположными: у всех 10 младенцев вызванные потенциалы большей амплитуды были в правом полушарии.

Эти данные представляют исключительный интерес, поскольку они говорят о том, что хотя младенцы, возможно, и не «понимают», что им предъявляется, их мозг уже снабжен специализированными центрами, которые впоследствии будут отвечать за обработку этих звуков на более глубоких уровнях.

Вада и Дэвис избрали другой подход к изучению асимметрии ВП у детей. «Если существенная асимметрия нервной системы имеется еще до развития языковой и речевой функции,— отмечают они,— тогда мы должны обнаруживать такое различие без использования вербальных стимулов» [10]. Вада и Дэвис регистрировали ВП на щелчки и вспышки света в височной и затылочной областях мозга младенцев и измеряли их *когерентность*, т. е. степень сходства формы ВП.

Развитие асимметрии

153

В более крайней работе на взрослых больных при использовании теста с амитал-натрием они обнаружили, что для ВП на щелчки когерентность максимальна в доминантном для речи полушарии, а для ВП на вспышки — в недоминантном. Сходные результаты дало их исследование 50 младенцев в возрасте от 1 дня до 5 недель. Полученные данные показали, что формы

ответов на щелчки в затылочной и височной областях более сходны в левом полушарии, чем в правом; это сходство перемещалось в правое полушарие, когда предъявлялись вспышки света. Исследователи утверждали, что их данные отражают специализацию двух полушарий для обработки различных видов информации и что эта специализация существует уже при рождении.

Анатомические асимметрии у младенцев

Другие свидетельства в поддержку представления о том, что асимметрия мозга возникает в раннем периоде жизни, получены при анатомических исследованиях мозга плодов и новорожденных. В самой большой работе были произведены измерения 207 экземпляров мозга плодов и новорожденных в возрасте от 10 до 44 недель после зачатия. В 54% обнаружили более длинную височную плоскость слева, в 18%—справа. В 28% существенных различий в величине височной плоскости между двумя сторонами мозга не наблюдалось [11].

В другой большой работе, выполненной на 100 экземплярах мозга, были получены сходные результаты. В этом исследовании средний возраст составлял 48 недель, включая период внутриутробного развития. Левая височная плоскость была больше правой в среднем на 77%. В группе оказалось 12 экземпляров мозга с большей правой височной плоскостью и 32 с приблизительно равными размерами плоскостей слева и справа [12].

И снова мы встречаемся с большими трудностями при интерпретации данных анатомических исследований такого рода. Мы не знаем точного характера связи между анатомической и функциональной асимметрией. Является ли первая структурной основой второй? Если так, можно ли говорить о наличии функциональных различий во всех тех случаях, когда мы находим анатомические? Только тогда, когда мы будем располагать дополнительными сведениями, которые помогут ответить на эти вопросы, мы сможем с уверенностью интерпретировать данные, касающиеся анатомической асимметрии. До тех пор эти данные будут оставаться для нас интересными, будут вызывать разные предположения, но они ни в коей мере не смогут дать окончательного ответа на вопрос, возникает ли латерализация функций уже к моменту рождения.

154

Глава 7

Гемисферэктомия: удаление половины мозга

Иногда по медицинским показаниям приходится удалять одно полушарие мозга. Эта операция, известная под названием *гемисферэктомии*¹, проводится в тех случаях, когда обнаруживают злокачественную опухоль, распространившуюся на одной стороне мозга. Ее делают также в раннем младенчестве, когда обширное повреждение одного полушария угрожает нормальному функционированию другого.

В литературе появились сообщения о нескольких десятках случаев гемисферэктомии, и они служат еще одним источником сведений о развитии межполушарной асимметрии функций. Последствия операции зависят от возраста, в котором больной ее перенес, и от того, какое полушарие было удалено. У взрослых больных с удаленным правым полушарием нарушения языковых функций, как правило, невелики или вообще отсутствуют, однако удаление левого полушария обычно приводит к возникновению выраженной афазии, которая только немного смягчается со временем. Аналогичные латерализованные последствия наблюдаются и у детей. Степень нарушений связана с возрастом ребенка в момент операции прямой зависимостью, а прогноз в отношении восстановления языковых функций — обратной [13].

В нескольких сообщениях отмечалось, что если операция проводится достаточно рано в младенческом возрасте, то в зрелом возрасте не остается никаких признаков латерализованного дефицита в высших психических функциях. Эти данные говорят о том, что оставшееся полушарие, будь то

левое или правое, способно заменить удаленное полушарие, выполняя те функции, которые обычно латерализованы в другой половине мозга.

Из этих данных можно вывести по крайней мере два различных теоретических заключения. Первое состоит в том, что в случаях ранней гемисферэктомии никакого перемещения функций не происходит, потому что в раннем младенчестве латерализации функций нет. Второе состоит в том, что межполушарные различия в раннем младенческом возрасте имеются, ■но молодой мозг обладает колоссальной способностью к переотройке, реализующейся при наличии повреждения определенных областей.

Некоторые недавние и более глубокие исследования способностей больных с удаленным левым или правым полушарием позволяют предполагать, что из двух этих возможных объясне-

¹ Термин *гемисферэктомия* является несколько неточным, поскольку в большинстве операций удаляются только корковые области полушария, а многие подкорковые структуры сохраняются.

Развитие асимметрии

155

ний правильным, по-видимому, является второе — объяснение, основанное на представлении о «пластичности мозга». Морин Деннис и Гарри Уайтейкер провели различные языковые тесты на больных, перенесших в младенчестве гемисферэктомию, и обнаружили очень незначительные признаки латерализованных последствий этой операции [14]. Представляется, что стандартные способы оценки умственного развития по вербальным тестам не обнаруживают различий между случаями ранней лево-и правосторонней гемисферэктомии. Это, однако, не означает, что другие тесты не могут выявить такого различия.

Деннис и Уайтейкер обследовали троих 9—10-летних детей, перенесших гемисферэктомию в возрасте 5 месяцев. У одного было удалено правое полушарие, у двух других — левое. Результаты показали, что все трое нормально различали и артикулировали звуки речи. Они также одинаково хорошо произносили и различали слова. Однако существенные различия между детьми, перенесшими разные операции, проявились в тестах, определявших способность больных справляться с синтаксисом — объединением слов в грамматически правильные предложения. Например, каждого ребенка просили оценить, насколько приемлемы следующие предложения:

1. Я заплатил деньги мужчиной.
2. М)не заплатила деньги женщине.
3. Мне заплатил деньги мальчик.

Больной с удаленным правым полушарием правильно указал, что первые два предложения грамматически неправильны, а третье приемлемо. Оба больных с удаленным левым полушарием не определили этих различий.

Исследователи сделали вывод, что правое полушарие больных, не имеющих левого полушария, неточно понимает значение предложений в пассивном залоге. Другие тесты привели их к заключению, что дефект правого полушария представляет собой организационную, аналитическую и синтаксическую проблему, а не проблему, корнящуюся в концептуальных или семантических аспектах языка. Эти результаты говорят о том, что существует предел пластичности детского мозга и, что еще более важно для нас, свидетельствует о наличии межполушар-ной асимметрии в очень раннем возрасте.

Хотя пластичность мозга, по-видимому, ограничена какими-то пределами, она тем не менее играет важную роль в большинстве случаев поразительно полного восстановления речевой функции, которое обнаруживается у детей после повреждения левого полушария и связанной с ним афазии. Способность мозга относительно быстро перестраивать свою работу затрудняет выявление

различия между системой, в которой латерализация отсутствует или существует только в рудиментарной форме, и системой с высокой степенью латерализации, но об-

156

Глава 7

ладающей возможностью быстрой компенсации последствий одностороннего повреждения. Только при использовании очень чувствительных тестов, предназначенных для измерения тонких различий в выполнении заданий, мы, возможно, будем в состоянии справиться с этими альтернативами.

Изменяется ли латерализация с годами?

Значительное число данных, только что рассмотренных нами, дает основание полагать, что межполушарные различия — как функциональные, так и анатомические — существуют при рождении. Какие изменения происходят в этой ранней латерализации по мере развития ребенка? Как изменяется латерализация (если это происходит) в течение всей жизни человека?

Мозг большинства млекопитающих, включая человека, к моменту рождения развит еще далеко не полностью и созревает структурно и функционально в основном в период младенчества и раннего детства. Помимо очевидного увеличения размера происходят значительные изменения на микроскопическом уровне. В первые несколько лет жизни многократно умножаются связи между нейронами; они, как полагают, продолжают меняться в течение всей жизни человека. Кроме того, изолирующие липидные слои, называемые миелином, формируются вокруг нервных волокон, делая их более эффективными про-водниками импульсов.

Мозолистое тело имеется при рождении, но выглядит на поперечном срезе непропорционально маленьким, если сравнить мозг новорожденного и взрослого человека. На рис. 7.1 показана величина комиссур мозга на трех стадиях развития человека. Некоторые исследователи полагают, что медленное созревание новой коры и межполушарных волокон ведет к дифференцированному развитию двух сторон мозга в постнатальном периоде [15].

Тот факт, что последствия одностороннего повреждения мозга в раннем возрасте сильно отличаются от последствий более позднего повреждения, свидетельствует о том, что со временем в мозге происходят важные изменения. Чем моложе человек в момент повреждения мозга, тем обычно слабее и кратковременнее речевые нарушения после поражения левого полушария. Означает ли это, что с возрастом латерализация усиливается или завершается? Не обязательно. Другое объяснение этих данных о повреждениях мозга состоит в том, что с возрастом уменьшается пластичность, т. е. по мере взросления индивидуума правое полушарие теряет способность брать на себя контроль за языковыми функциями.

Для того чтобы ответить на вопрос, меняется ли с возрастом сама латерализация, следует количественно оценить лате-

Развитие асимметрии

157

ратизацию у лиц разных возрастных групп и сравнить степень асимметрии в каждой из них. Такой подход очень широко применялся в исследованиях с дихотическим прослушиванием. К сожалению, данные, полученные в этих исследованиях, не согласуются друг с другом. Например, в одном крупном исследовании, проведенном на 30 детях пяти возрастов (5, 7, 9, 11, 13 лет) с использованием задачи на дихотическое прослушивание слогов, состоящих из согласного и гласного звуков, во всех группах было обнаружено преимущество правого уха, причем величина слуховой асимметрии во всех группах была сходной. В противоположность этому, в другом исследовании, выполненном на 24 испытуемых пяти возрастных групп (6, 7, 10, 12 и 14 лет), обнаружили рост величины слуховой асимметрии в этих возрастных

пределах.

На самом деле преимущество правого уха достоверно отличалось от нуля только в группах 12-и 14-летних испытуемых [17]. В этом исследовании, как и в предыдущем, в качестве стимулов применялись слоги. В обзорной статье, посвященной развитию латерализации, авторы насчитали четыре

Передняя
комиссура

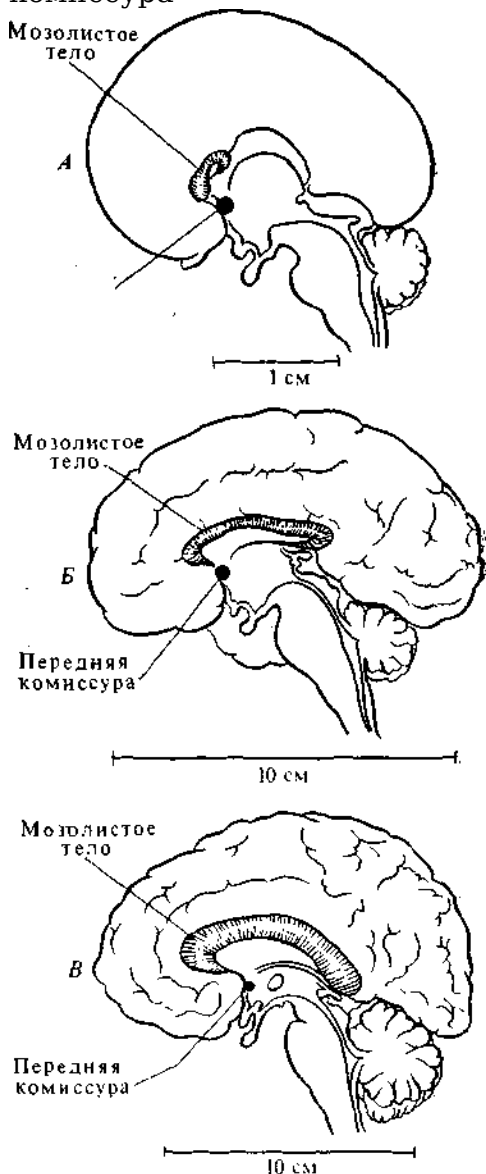


Рис. 7.1. Мозолистое тело и передняя комиссура на трех стадиях развития человека. А. Эмбриональная стадия (16 недель). Б. При рождении (40 недель). В. Взрослый индивидуум [15].

158

Глава 7

работы с дихотическим прослушиванием, показывающие увеличение асимметрии в этот период времени, и пять работ, показывающих либо слабое уменьшение, либо отсутствие изменений асимметрии после 3—5-летнего возраста [18].

Для того чтобы разобраться в вопросе об изменениях латерализации с возрастом, использовали также другие критерии. Упомянутая ранее работа Молфиза по вызванным потенциалам на речевые и неречевые стимулы у младенцев включала также исследование детей в возрасте от 4 до 11 лет и взрослых в возрасте 23—29 лет [19]. Анализ результатов показал, что асимметрия в величине ВП на неречевые стимулы у младенцев была

пропорционально выше, чем у детей и взрослых. Ответы на речевые стимулы характеризовались сходной асимметрией у младенцев и детей, причем в обеих этих группах асимметрия была больше, чем у взрослых. Авторы предполагают, что асимметрия ВП может уменьшаться с возрастом благодаря созреванию комиссур мозга, соединяющих полушария. В подтверждение этому они ссылаются на анатомические исследования, показывающие, что к моменту рождения мозолистое тело развито не полностью.

Мы отмечали ранее, что в мозге младенцев были обнаружены анатомические асимметрии. В одном исследовании измеряли экземпляры мозга младенцев и взрослых таким образом, чтобы можно было сравнить степень асимметрии в этих двух группах. Выражая размеры правой височной плоскости в процентах по отношению к размерам левой, получили показатель асимметрии, независимый от абсолютной величины плоскостей, и смогли с его помощью прямо сравнить группы младенцев и взрослых. Среднее отношение П/Л у младенцев составляло 1%, а у взрослых — 55, что указывает на большую степень асимметрии у взрослых [20]. Эти данные говорят о том, что асимметрия в величине височной плоскости двух полушарий с возрастом увеличивается.

Принимая во внимание вариабельность результатов исследований, использующих как различные, так и одинаковые методы измерения латерализации, совершенно очевидно, что делать заключения относительно изменения асимметрии с возрастом пока преждевременно. На этот вопрос должны дать ответ дальнейшие исследования, в которых будут использованы более совершенные методы оценки латерализации.

Роль наследственности и среды в формировании асимметрии

Наследственность

Большинство данных, рассмотренных в этой главе, позволяют полагать, что межполушарные асимметрии в какой-то форме существуют уже к моменту рождения. Чем раньше в разви-

Развитие асимметрии

159

тип обнаруживаются асимметрии, тем больше мы можем быть уверены в том, что они являются частью биологической природы организма и не зависят от внешних факторов¹.

Для объяснения межполушарных различий было предложено несколько различных генетических моделей. Некоторые из них мы рассмотрели в гл. 5 при обсуждении проблемы происхождения рукописи. В одной модели, например, постулируется существование отдельных генов, кодирующих доминантность левого или правого полушария; согласно другой модели генетически контролируется лишь доминантность левого полушария.

Сравнительно недавно некоторые ученые стали рассматривать другие пути возможного наследования типа латерализации, которые нельзя назвать генетическими в строгом смысле слова. Исследование показало, что цитоплазма — жидкая среда, содержащаяся во всех клетках, включая материнскую яйцеклетку, — у некоторых видов может переносить определенные черты родителей к потомству. Такого рода *цитоплазматическая наследственность* предлагается в качестве возможной основы передачи типа асимметрии от родителей к детям [21].

Поскольку асимметрия мозга не относится к легко наблюдаемым феноменам, эти разнообразные модели трудно оценить. Существуют различные способы количественной оценки межполушарной асимметрии, однако они не всегда дают одинаковые результаты в отношении направления и степени асимметрии, обнаруживаемой ими у данного индивидуума. Филип Брайден провел на 49 семьях исследование выполнения тестов на дихотическое прослушивание и получил данные, касающиеся слуховой асимметрии у родителей и детей. Анализ результатов показал значительную положительную

корреляцию в слуховой асимметрии между родителями и детьми, но отрицательную корреляцию между детьми одних и тех же родителей. И генетическая, и цитоплазматическая модели наследования предсказывают положительную корреляцию как между родителями и детьми, так и между детьми одних родителей. Брайден отмечает, однако, что показатель слуховой асимметрии является далеко не идеальным индексом межполушарных различий и что до тех пор, пока у нас нет лучшего критерия, проверить модели наследования латерализации функций будет трудно [22].

Среда

Что можно сказать о роли жизненного опыта или факторов; внешней среды в определении межполушарных асимметрий? С одной стороны, мы видели, что повреждение одного полушария-

¹ Асимметрии, появляющиеся позже, тоже могут быть частью биологической природы организма. Генетические факторы могут обуславливать появление асимметрий и на более поздних стадиях развития.

160

Глава III

рия в раннем возрасте может привести к существенной реорганизации латерализованных функций. Тот факт, что после удаления в младенческом возрасте левого полушария языковые функции развиваются в правом полушарии, является только одним из свидетельств колоссальной пластичности мозга. Однако ранняя утрата одного полушария компенсируется не полностью. Чувствительные тесты обнаруживают дефицит в языковых функциях, и это говорит о том, что основная схема асимметрии определяется на очень ранних этапах развития и что ее следы сохраняются, несмотря на вызванную повреждением реорганизацию. При обсуждении проблемы леворукости мы отмечали, что некоторые исследователи считают леворукость в целом (и, вероятно, правополушарный контроль речи) результатом травмы мозга, правда небольшой.

Другие данные говорят о том, что на становление латерализации может влиять речь, которая звучит вокруг ребенка — ее количественные и качественные аспекты. В некоторых исследованиях оценивали влияние принадлежности к тому или иному социально-экономическому слою общества на межполушарную асимметрию, измеряемую с помощью поведенческих тестов. В одном эксперименте из семей представителей низших и •средних социально-экономических слоев были подобраны две группы, состоящие из 104 праворуких детей обоего пола в возрасте от 4 до 7 лет. Все дети проверялись в тестах с дихотическим прслушиванием однозначных чисел. Результаты показали значительное преимущество правого уха у 4—7-летних детей из группы, подобранной из средних слоев, тогда как в группе из низших слоев преимущество правого уха выявлялось только у 7-летних детей [23].

В другом исследовании преимущество правого уха было обнаружено в обеих группах детей — из низших и средних слоев, но у детей из средних слоев степень преимущества была значительно более выражена [24]. Не во всех исследованиях, направленных на поиск различий в слуховой асимметрии, связанных с принадлежностью к разным социально-экономическим слоям общества, удалось эти различия обнаружить [25]. Но если эти различия действительно существуют, то они свидетельствуют о том, что факторы внешней среды влияют на латерализацию функций.

Данные совершенно иного рода, также указывающие на роль среды, окружающей ребенка, в формировании асимметрии связаны с исследованием Жени — девушки, которая в течение одиннадцати с половиной лет была практически лишена возможности социального общения и приобретения каких-либо знаний. Жени обнаружили в возрасте тринадцати с половиной лет после того, как она провела большую часть своей жизни в почти полной изоляции, когда ее наказывали за любой про-

изводимый ею шум. Через два года после того, как ее нашли, она, как сообщалось, медленно, но неуклонно делала успехи в изучении языка. Этот факт имеет существенное значение для теоретической проблемы, касающейся возможности овладения первым языком после полового созревания.

Особый интерес для нас, однако, представляет выполнение Жени тестов с дихотическим прослушиванием. Для нее были подготовлены два специальных теста. Один был составлен из знакомых ей слов, другой — из привычных звуков окружающей обстановки. Жени могла правильно определять каждый из этих стимулов, когда они предъявлялись по одному на левое или правое ухо. Эти данные вполне типичны. Однако, когда слова предъявлялись дихотически, показатели заметно отклонялись от ожидавшихся. Вместо умеренного преимущества правого уха, которое обычно обнаруживается у праворуких людей, у Жени отмечалось чрезвычайно выраженное преимущество левого уха. Ее левое ухо отлично различало слова, тогда как определение слов, подававшихся на правое ухо, было на уровне случайного. Для звуков окружающей среды у Жени отмечалось небольшое преимущество левого уха в соответствии с предсказанием, что такие звуки более эффективно обрабатываются в правом полушарии [26].

Следовательно, на основании выполнения тестов с дихотическим прослушиванием представляется, что обработка языковых и неязыковых стимулов происходит у Жени в правом полушарии. Исследователи, работавшие с ней, выдвинули предположение, что левое полушарие Жени, возможно, начало овладевать языком до ее изоляции, но вследствие неупотребления потеряло способность выполнять свою первоначальную функцию. Когда Жени начала учить язык вторично, правое полушарие взяло контроль на себя, поскольку его функции, предположительно, развивались (зрительно-пространственными процессами), несмотря на ее изоляцию.

При изучении единичного случая, такого как этот, проблема состоит в том, что у нас нет никакого способа узнать, какой тип асимметрии развился бы в мозгу Жени, будь у нее нормальное детство. Возможно, у нее бы в любом случае обнаружилась специализация правого полушария в отношении языковых и неязыковых стимулов. Тем не менее результаты этого исследования очень интересны, особенно в свете работы, изучавшей межполушарную асимметрию у лиц с врожденной глухотой.

Для того чтобы сравнить степень латеральной асимметрии у нормальных людей и лиц с врожденной глухотой, Уолтер Мак-Кивер и его коллеги из университета в Боулинг-Грине использовали тахистоскопическое предъявление стимулов. Они предполагали, что если опыт общения со слуховыми стимулами

162

Глава 7

играет роль главной причины латерализации языка, то у лице врожденной глухотой должны наблюдаться меньшие различия полей зрения в отношении лингвистических стимулов, чем у испытуемых с нормальным слухом. В нескольких различных заданиях, в которых в качестве стимулов применялись слова и буквы, они обнаружили, что обе группы испытуемых показывают преимущество правого поля зрения в идентификации стимулов, но величина его была значительно меньше у лиц с врожденной глухотой. Авторы сделали вывод, что слуховой опыт* является основным определяющим фактором латерализации процессов зрительной обработки языковых сигналов у людей [27].

Резюме

Хотя исследователи еще далеки от того, чтобы дать окончательные ответы на поставленные в этой главе вопросы, вырисовывается определенная картина

данных.

Большое теоретическое значение имеют наблюдения, указывающие на возможность существования межполушарных различий при рождении. В явном противоречии с этим представлением находятся клинические данные, показывающие, что последствия раннего одностороннего повреждения мозга не зависят от стороны повреждения. Эти данные, однако, совместимы с положением о существовании латерализации при рождении, если мы примем во внимание пластичность, которая позволяет молодому мозгу компенсировать последствия повреждения. В этой связи мы указывали на важность использования тестов, которые очень чувствительны к тонким нарушениям и могли бы, возможно, дифференцировать последствия вызванной повреждением реорганизации мозга от изначального отсутствия латерализации.

Исследования временного хода латерализации и факторов, влияющих на нее, сопряжены с рядом трудностей. Во-первых, наши способы количественной оценки латерализации далеки от совершенства. Если нам не удастся обнаружить различий между полушариями, означает ли это, что таких различий не существует? Можем ли мы быть уверены в том, что нам просто не удалось создать условия, которые позволили бы нам обнаружить истинные различия?

К этому имеет отношение и та проблема, что многие из тестов чувствительны, по-видимому, и к другим, нежели латерализация мозга, факторам. В гл. 3 мы рассматривали, как сильно различия в подходе к решению задачи могут влиять на тип асимметрии, обнаруживаемый в поведенческих тестах. Возможно, что какие-то различия, наблюдаемые в межполушарной асимметрии в зависимости от возраста, отражают не различия

Развитие асимметрии

163

■ в латерализации как таковой, а различия в избираемых испытуемыми стратегиях.

Вторая основная проблема в исследовании факторов латерализации связана с трудностями изучения на людях вопросов о роли наследственности и среды. Мы строго ограничены в выборе видов внешних воздействий, последствия которых можно исследовать, а генетические модели часто невозможно соответствующим образом проверить.

Состояние дел в этой области требует внимания; простых способов разрешить имеющиеся противоречия здесь нет. Прогресса в решении некоторых вопросов можно ожидать в том случае, если все больше ученых поймет важность проблемы развития асимметрии и осознает, с какой тщательностью она должна изучаться.

Глава 8

Асимметрии у животных

Наблюдаются ли у животных какие-либо свидетельства латеральных асимметрий, подобных тем, которые обнаружены у человека? Существуют ли различия между левым и правым мозгом у живых существ, отличных от человека? Ученых интересовал этот вопрос по нескольким причинам.

Исследования, доказывающие существование межполушарной асимметрии у животных, имели бы важное значение для понимания происхождения и смысла асимметрии человеческого мозга. Некоторые утверждают, что асимметрия мозга тесно связана с высшими языковыми способностями. Наличие межполушарных различий у животных, не обладающих такими способностями, означало бы, что эта точка зрения неверна. Обнаруженные асимметрии могли бы дать ключ к пониманию подлинных эволюционных основ асимметрии мозга. С другой стороны, убедительные данные, свидетельствующие об отсутствии асимметрии даже у ближайших родственников человека в эволюции, доказывали бы, что асимметрия мозга

присуща исключительно *Homo sapiens* и, возможно, принципиально связана с языковыми способностями.

С практической точки зрения изучение межполушарной асимметрии у человека быстрее бы продвигалось вперед, если бы можно было исследовать подобные асимметрии у животных. На животных, обладающих специализацией полушарий, можно было бы проводить эксперименты, связанные с хирургическими вмешательствами или воздействием факторов внешней среды, которые невозможны с людьми.

В этой главе мы рассмотрим данные, которые появились в результате поиска асимметрий у животных. Эти данные, часто противоречивые и неубедительные, тем не менее чрезвычайно любопытны и стимулируют размышления о происхождении асимметрии мозга.

Какую лапу подает ваша собака?

Наиболее очевидным признаком латерализации у человека является неравенство рук. Поэтому исследователи в качестве свидетельства латерализации мозга искали у животных пред-

Асимметрии у животных

165

почтение лапы или конечности и нашли, что многие виды действительно проявляют такого рода предпочтение [1]. При выполнении задач, связанных с доставанием объекта, кошки обычно используют одну лапу. Обезьяны тоже пользуются преимущественно одной и той же конечностью, если задача не требует подключения других. Даже мыши выказывают стойкое предпочтение одной лапке при выполнении задачи, в которой они должны использовать одну конечность, чтобы достать пищу.

Хотя характер предпочтения одной конечности у животных имеет некоторое сходство с предпочтением руки у людей, между ними существует важное различие. Приблизительно 50% кошек, обезьян и мышей предпочитают пользоваться правой лапой, а другие 50% оказывают предпочтение левой. Это распределение разительно отличается от того, что обнаружено у людей: 90% предпочитают правую руку и лишь 10% — левую.

Характер распределения у животных (50 на 50) дал основание предположить, что предпочтение лапы является результатом действия случайных факторов. Согласно этой гипотезе, конечность, которую животное использует в первый раз, определяется случаем. Дополнительная сноровка, приобретаемая за счет некоторого опыта, увеличивает вероятность повторного использования той же конечности. Такого рода петля положительной обратной связи (использование — сноровка) способствует быстрой выработке предпочтения этой конечности у рассматриваемого животного. Некоторые данные в поддержку такого механизма получены в исследовании предпочтения лап у мышей, которое было проведено генетиком Робертом Коллинзом.

Коллинз сопоставил предсказания модели, объясняющей предпочтение лапы случайными, внешними факторами, с предположениями, вытекающими из предположения о том, что предпочтение лапы имеет генетическую основу. Если признак находится под генетическим контролем, должна существовать возможность вести по этому признаку отбор. То есть, если избирательно спаривать животных, обладающих этим признаком, то встречаемость его в каждом следующем поколении должна возрасть. Если же признак определяется случайными факторами, такого увеличения происходить не должно.

Коллинз начал свое исследование спариванием мышей с одинаковой предпочитаемой лапой. В следующем поколении он спаривал потомство, у которого обнаруживалось предпочтение той же лапы, что и у родителей. Трижды повторив этот селективный инбридинг, Коллинз проверил соотношение лево- и праволапого потомства в последнем поколении. Он

обнаружил разделение 50 на 50 — то же соотношение, с которого он начал в первом поколении [2].

166

Глава 8

Коллинз рассматривал свои данные как свидетельство против генетического контроля латерального предпочтения у мышей и утверждал, что определяющим фактором такого предпочтения является случай. Разумеется, его данные говорят только об основах предпочтения лап у мышей. Работ по селективному инбридингу, проведенному на других животных, не публиковалось. Однако мы можем с определенной долей уверенности сказать, что у животных, проявляющих предпочтение, оно равновероятно в отношении левой и правой лапы. Человек, по-видимому, является единственным из всех живых существ с латеральным предпочтением, сильно смещенным в одном направлении.

Хотя данные по предпочтению лап оказались не очень ободряющими для тех, кто ищет свидетельства межполушарных асимметрий у животных, важно помнить о том, что взаимосвязь между предпочтением руки и специализацией полушарий у человека тоже еще далеко не ясна. Имея это в виду, ученые обратились к более непосредственному исследованию межполушарной асимметрии функций у животных. Они часто применяют те же подходы, которые оказались полезными при изучении асимметрии мозга у человека.

Повреждение одного полушария: являются ли последствия асимметричными?

Многие исследования были посвящены изучению различного рода нарушений поведения, которые наступают в результате хирургического повреждения отдельных структур мозга. В целом, нарушения, возникающие после повреждений, произведенных только на одной стороне (унилатеральные повреждения), менее серьезны, чем следствия билатерального повреждения мозга, независимо от того, на какой стороне локализовалось повреждение. Работы с обезьянами, например, показали, что выполнение задач на зрительное различение цвета, формы и ориентации объектов равным образом нарушается при повреждении определенных областей левого или правого полушария и что эти нарушения не зависят от того, какая из конечностей является у обезьян предпочитаемой [3]. На рис. 8.1 показан типичный тест на различение зрительных стимулов. Было обнаружено, что нарушения в различении сложных последовательностей слуховых стимулов после повреждения слуховой области также не зависят от стороны повреждения [4].

Однако относительно недавно Джеймс Дьюсон из Стэнфордского университета сообщил о некоторых свидетельствах межполушарной асимметрии у обезьян, проявляющейся при выполнении ими сложной задачи, связанной с различением стимулов разной модальности [5]. В этой задаче обезьян обучают на-

Асимметрии у животных

167

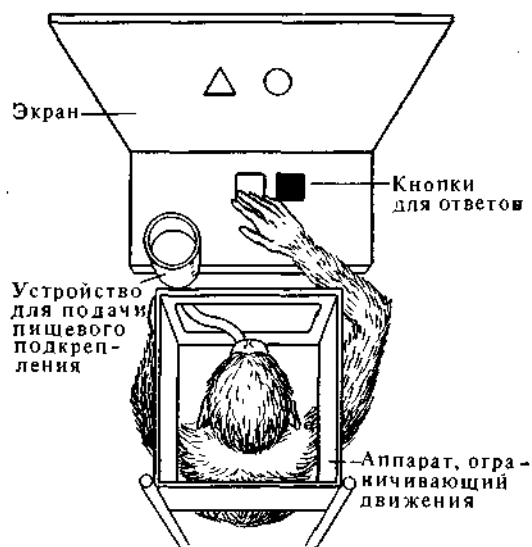


Рис. 8.1. Обучение зрительному различению стимулов. Перед обезьяной расположен экран и панель с несколькими кнопками. Животное получает подкрепление (например, изюм), если нажимает на черную кнопку, когда на экране появляются две сходные фигуры. Подкрепляется также нажатие на белую кнопку, если фигуры несходные.

Животное также нажимает на загорающуюся красным цветом кнопку, услышав тон, и на зеленую кнопку в ответ на предъявление шума. Тест проводится так, что освещение кнопок включается с различной задержкой после предъявления шума или тона. Эта задача трудна для обезьян, особенно если длительность задержки достигает 15 с.

Дьюсон обучил шесть обезьян выполнять задачу и затем удалил у них часть височной доли на одной стороне мозга. После операции четыре обезьяны с повреждением на левой стороне больше не могли выполнять задачу, если время задержки превышало 2 с. Две обезьяны с правосторонними повреждениями продолжали отвечать нормально даже при самых больших задержках.

Данные Дьюсона позволяют думать, что у животных, по крайней мере у обезьян, отмечаются свидетельства специализации полушарий. Почему же другие исследования эффектов повреждения мозга не дали подобных результатов?

Чарльз Хамилтон из Калифорнийского технологического института рассмотрел данные по асимметрии у животных и отметил два важных момента [6]. Во-первых, работы Дьюсона и некоторых других авторов, сообщавших об асимметриях, проведены на очень небольшом количестве животных. Их результаты

Л68

Глава 8

данные позволяют строить предположения, но не могут считаться окончательными до тех пор, пока не будут воспроизведены на большем числе животных. Ошибки первого типа являются такой же проблемой исследований на животных, как и исследований латерализации у людей; наилучшей гарантией от таких ошибок является успешное воспроизведение результатов. Вторым важным моментом является выбор задач, используемых для изучения межполушарной асимметрии у животных. Хамилтон отмечает, что многие эксперименты, особенно те, которые связаны со зрительным различением простых паттернов и предметов, возможно, не обнаружили бы свидетельств межполушарной асимметрии и у людей. Необходимо использовать задачи, достаточно сложные для того, чтобы выявлять асимметрии мозга, которые могут существовать у животных. Задача Дьюсона с парами отставленных разномодальных стимулов определенно удовлетворяет критерию сложности,

но обезьянам трудно научиться ее выполнять.

Исследования расщепленного мозга у животных

Для изучения специализации полушарий у животных проводились также исследования расщепленного мозга. Мы уже довольно подробно рассмотрели те сведения об асимметрии мозга, которые были получены в исследованиях на больных с расщепленным мозгом. Мы отметили, что данные исследований, проведенных на животных, сыграли важную роль в решении применить операцию расщепления мозга для лечения эпилепсии. Интересные результаты, полученные при исследовании больных с расщепленным мозгом, в недавнее время вызвали новую вспышку интереса к работам исследователей, занимающихся поиском асимметрий мозга у животных.

В принципе исследования на расщепленном мозге идеально подходят для этой цели. Перерезка пучков волокон, соединяющих два полушария, позволяет изучать способности каждой половины мозга в отдельности. За исключением возможных межполушарных различий, которые являются предметом исследования в первую очередь, оба полушария генетически идентичны и подвергаются действию одних и тех же факторов внешней среды.

В отличие от исследований на человеке, которые в силу необходимости ограничены больными эпилепсией (причем, как правило, давнишней), в эксперименте с животными исследования можно проводить на здоровых особях с интактными полушариями. Поэтому интерпретация любых различий, которые могли бы обнаружиться, является намного более четкой. Кроме того, в исследованиях на расщепленном мозге не существу-

Асимметрии у животных

169

ет проблемы выводить функции этих областей мозга из последствий повреждения этих областей. И последнее, в исследованиях с повреждениями экспериментатор должен заранее иметь какое-то представление о том, какие области мозга контролируют определенные функции. В исследованиях на расщепленном мозге нет необходимости определять локализацию функции в полушарии: изучается деятельность полушария в целом.

Каковы результаты исследований на обезьянах и кошках, целью которых являлось определение способностей каждого полушария к обучению и выполнению разного рода задач? Результаты тестов на различение простых паттернов позволяют полагать, что два полушария обладают одинаковыми способностями к обучению [7]. В некоторых работах обнаружены количественные различия между полушариями в обучении и выполнении действий. Однако в этих исследованиях не выявлено стойких различий, указывающих на преимущество одного полушария [8]. Это позволяет предположить, что обнаруженные различия могут быть следствием асимметричного повреждения, вызванного самим хирургическим вмешательством.

Однако, как и в работах с повреждениями мозга, задачи, используемые для изучения асимметрий у животных с расщепленным мозгом, в основном просты и мало похожи на те стимулы и задачи, которые выявляют асимметрии у человека. Исключение составляют несколько работ Хамильтона, проверявшего способности хирургически разделенных полушарий макаков-резусов с помощью стимулов, сходных с теми, которые обнаруживают свидетельства асимметрии у человека [9]. Работы Хамильтона представляют собой образец того, как следует проводить исследование в этой области, и мы рассмотрим их несколько подробнее.

Работа проведена на группе из 18 макаков-резусов, в состав которой входило одинаковое число самок и самцов, а также лево- и праворуких особей. Каждую обезьяну обучали выполнять ряд задач. Операция для всех животных включала рассечение по средней линии зрительного перекреста, мозолистого тела, передней и гиппокампальной комиссур. Эта процедура позволяет

экспериментатору адресовать стимулы только одному полушарию, предъявляя их на ипсилатеральный глаз. Для каждой задачи проводили сравнение ее выполнения левым и правым полушариями, а также контра- и ипсилатеральный по отношению к предпочитаемой руке полушарием. Схема эксперимента устраняла также возможное косвенное влияние асимметрично проведенной операции или порядка тестирования двух сторон мозга.

Стимулы проецировались на экран, расположенный перед обезьяной. Помещение, в котором сидело животное, позволяло

170

Глава 8

экспериментатору определять, какие глаз и рука использовались в каждой пробе. Хамилтон сначала провел контрольные опыты, чтобы определить способность каждого полушария к обучению простым задачам на зрительное различение. Каждое животное обучалось различать двенадцать пар зрительных стимулов. Животных обучали нажимать на экран, увидев один из стимулов пары, и удерживаться от нажатия, увидев другой. Число проб, необходимых для выработки реакции (критерием выработки считалось 90% правильных ответов), подсчитывалось затем для каждого полушария.

Анализ результатов показал отсутствие различий между полушариями в скорости обучения выполнению этих задач и какой-либо систематической связи между скоростью обучения и полом, предпочтением руки или травмой полушария во время операции. Эти контрольные опыты продемонстрировали, что Хамилтону удалось устранить влияние косвенных факторов, которые, возможно, действовали в других исследованиях. Эти опыты также дали дополнительные свидетельства того, что у обезьян полушария одинаково обучаются задачам на различение простых стимулов.

Целью эксперимента, однако, было исследование выполнения задач, которые с большой вероятностью выявляют межполушарные различия. Были использованы две задачи, рассматриваемые с точки зрения исследований на человеке как задачи для правого полушария. Первой была задача на узнавание лиц, в которой обезьян обучали различать цветные фотографии двух обезьян, используя то или другое полушарие. Для того чтобы уменьшить вероятность выполнения задачи на основании каких-либо случайных признаков, а не узнавания лиц, применялось пять различных фотографий каждой обезьяны.

Вторая задача состояла из серии тестов на различение пространственных отношений, включающей следующие пары стимулов: 1) двумерные изображения горизонтальных плоскостей, уходящих к горизонту выше или ниже уровня глаз; 2) линии различной ориентации: 0 и 135°, 45 и 90°; 3) спирали, закрученные по часовой стрелке и против часовой стрелки. И снова обезьян обучали нажимать на экран в присутствии одного из стимулов пары и воздерживаться от нажатия в присутствии другого.

Для обезьян это трудные задачи, но они могут научиться выполнять их после многих недель тренировки. Анализ результатов по этим тестам не дал каких-либо свидетельств в пользу наличия у макаков-резусов межполушарной асимметрии функций такого рода, как у людей, т. е. специализации правого полушария для решения зрительно-пространственных задач.

Хамилтон применил к своим животным также более аналитическую «левополушарную» задачу, чтобы увидеть, не вы-

Асимметрии у животных

171

явится ли здесь асимметрия. В этой задаче подкреплялся ответ на предъявление последовательности из двух одинаковых стимулов. Если же стимулы были различными, то обезьяна получала подкрепление, когда воздерживалась от ответа. Задачу можно было усложнить, увеличив временной интервал между стимулами. Однако даже при задержках большей

длительности данные не показали наличия межполушарной асимметрии. Несмотря на отсутствие межполушарных асимметрий в этих экспериментах, Хамильтон обнаружил свидетельства существования различий в том, что «нравится» видеть каждому полушарию. В этом исследовании обезьяны получали подкрепление, если в течение определенного времени удерживали рукоятку рычага. Независимо от своего отношения к пищевому подкреплению, рычаг управлял также предъявлением картинок, проецируемых на экран. Если рукоятку отпускали, а потом брали снова, картинка на экране сменялась. Поскольку рукоятку можно было отпускать и брать снова, не вызывая пищевого подкрепления, эта процедура давала возможность измерить предпочтение, отдаваемое разным картинкам. Данные Хамильтона, полученные при использовании этой задачи, говорят о том, что между полушариями мозга одной и той же обезьяны могут быть стойкие различия в предпочтении картинок. Эта работа является предварительной, но многообещающей и наводит на мысль о том, что левое полушарие в большей степени, чем правое, предпочитает видеть цветные картинки, особенно фотографии Других обезьян и людей, нежели пустой белый экран.

Анатомические асимметрии у животных

Анатомические исследования позволяют предположить, что в отношении размера височных долей между полушариями некоторых приматов могут существовать структурные асимметрии, подобные асимметриям, обнаруженным в мозгу человека. В одной работе провели сравнительное измерение 25 экземпляров мозга человека, 25 шимпанзе и 25 макаков-резусов. Результаты показали наличие асимметрий (большая величина левой височной плоскости) у людей и в меньшей степени у шимпанзе, но отсутствие каких-либо существенных различий между сторонами мозга у резусов [10]. В другом исследовании по изучению мозга ряда человекообразных обезьян пришли к сходным заключениям. У 16 из 28 крупных человекообразных обезьян (орангутан, шимпанзе и горилла) обнаружили асимметрию, связанную с большей величиной левого полушария. В одном случае наблюдался обратный тип асимметрии. В отличие от этого из 41 экземпляра

172

Глава 8

мозга низших и менее крупных человекообразных обезьян (гibbon и сиаманг) только в трех случаях обнаружили заметной величины асимметрию [11]. Другой исследователь изучал размеры не мозга, а черепа. В этой работе измерялась длина черепа у трех видов горилл, из которых только у горной гориллы обнаружены свидетельства выраженной асимметрии. У двух других видов асимметрии не наблюдалось [12].

Заманчиво предположить, что эти асимметрии связаны со способностью человекообразных обезьян, особенно шимпанзе, обучаться языку. У шимпанзе выявлена способность осваивать слова, некоторые элементы грамматики и даже кое-какие абстрактные понятия при использовании символического языка или манипуляций с пластиковыми символами.

Некоторые исследователи полагают, что анатомические асимметрии у крупных человекообразных обезьян являются отражением того, что они достигли «предъязыковой» стадии эволюционного развития, на которой характер мышления подобен человеческому, но значительно примитивнее. Следует, однако, воздержаться от излишнего теоретизирования по поводу возможного эволюционного значения этих асимметрий, поскольку мы не располагаем сведениями о взаимоотношениях анатомических и функциональных различий.

Поведенческие исследования

Мы рассмотрели исследования межполушарных асимметрий у животных, проводившиеся с помощью методов повреждения определенных областей

мозга и расщепления мозга, а также анатомические исследования. Во многих отношениях поиск асимметрий у животных шел той же дорогой, что и исследования латерализации у людей. Основное различие между исследованиями на людях и на животных заключается <в том, какую роль играют в них поведенческие тесты. Работы, связанные с изучением поведения, составляют большую часть литературы по латерализации у человека. Что же касается поведенческих подходов к исследованиям межполушарных различий у животных, то, за исключением изучения предпочтения конечностей, существует очень мало работ такого характера. Однако одно проведенное недавно исследование вполне подходит к этой категории, и, поскольку оно имеет отношение к проблеме асимметрии у животных и очень искусно задумано и выполнено, мы его здесь опишем. Работа состояла в обучении японских макаков различать два разных типа звуков, издаваемых этими обезьянами. Эти звуки предварительно записывали на пленку и предъявляли на левое и правое ухо в случайном порядке. Исследователи обнаружили, что все пять исследовавшихся обезьян более точно осуществляли требуемые реакции,

Асимметрии у животных

173

когда звуки подавали на правое ухо. Из пяти обезьян другого вида только одна проявила слуховую асимметрию по отношению к звукам, издаваемым японскими макаками [13].

Если предположить, что звуки, предъявляемые на правое ухо, передаются преимущественно левому полушарию¹, эти результаты говорят о наличии у японских макаков межполушарной асимметрии в восприятии звуков, издаваемых особями их собственного вида. Это именно то, что мы находим у людей. Если эти результаты можно будет воспроизвести, они подтвердят волнующий факт существования по крайней мере одной асимметрии у приматов, которая удивительным образом соответствует межполушарной асимметрии речевой функции у людей.

Асимметрия у птиц. О чем может рассказать нам птичий мозг

До сих пор мы ограничивали наш обзор исследований асимметрии у животных работами на млекопитающих, в частности на приматах. Есть некоторые данные, позволяющие предполагать существование асимметрий у этих видов, но эти свидетельства еще далеко не убедительны. На этом фоне особенно интересно отметить, что исследователи, работающие в Рокфеллеровском университете, открыли поразительную асимметрию между половинами мозга у неожиданного объекта — певчих птиц. Чтобы разобраться в их данных, нам нужно сделать короткое отступление и рассмотреть, как формируется песня у певчих птиц.

Голосовая система птиц состоит по существу из набора «мехов», которые продувают воздух через структуру, называемую нижней гортанью (сиринкс). Положение и натяжение складок и мембран гортани определяют высоту и громкость производимых звуков. Гортань делится на левую и правую половины, независимо управляемые соответственно левым и правым подъязычными нервами². Песня у певчих птиц формируется обычно в течение первого года жизни. Для того чтобы выучиться петь и сохранять нормальную структуру песни, птицам необходима слуховая обратная связь.

Фернандо Ноттебом и его коллеги показали, что перерезка левого подъязычного нерва у взрослых зябликов и канареек

¹ Обычно считается, что для латерализации слуховых стимулов необходимо дихотическое прослушивание, состоящее в предъявлении звуковых сигналов на оба уха одновременно. В нескольких работах сообщалось, однако, о мон-ауральных слуховых различиях у людей.

² Обратите внимание на то, что половины гортани иннервируются нервами той же стороны, т. е. управление является ипсилатеральным в

противоположность перекрестному, или коитралатеральному, управлению, которого можно было бы ожидать.

174

Глава 8

приводит к резким изменениям в пении. Большая часть компонентов песни исчезает и замещается либо молчанием, либо бедно модулированными звуками. В противоположность этому перерезка правого нерва имеет минимальные последствия: структура песен большей частью сохраняется [14]. Дальнейшая работа показала, что правый подъязычный нерв может начать управлять пением более или менее совершенно в зависимости от того, в каком возрасте перерезается левый нерв. У канареек, у которых перерезка левого нерва была произведена в течение первых двух недель после вылупления из яйца, развивается пение нормальной сложности, которое полностью управляется правым подъязычным нервом. У птиц, оперированных взрослыми, также наблюдается некоторая степень пластичности: они могут научиться петь снова под контролем правого подъязычного нерва. Однако новая песня менее совершенна по сравнению с песней интактной канарейки и канарейки с повреждением, произведенным в более ранний период жизни.

Эти асимметрии в управлении пением птицы распространяются, по-видимому, на самые высокие уровни контроля над голосовым аппаратом в самом мозгу. Показано, что повреждение левого полушария вызывает полный распад структуры песни: в ней не остается ни одного компонента, присутствовавшего до операции. В противоположность этому песня у птиц с повреждением -правого полушария сохраняет свою структуру, хотя и утрачивает некоторые компоненты. С течением времени у канареек с поврежденным левым полушарием способность петь восстанавливается: правый подъязычный нерв берет управление на себя, как он делал это при перерезке левого подъязычного нерва. Однако и в этом случае новая песня менее совершенна, чем песня нормальных птиц.

Резюме

Сравнительные исследования на животных могут помочь ответить на два основных вопроса относительно латерализации мозга. Один из них: «Почему вообще существуют асимметрии?» Второй: «Почему такие асимметрии имеют, как правило,, одинаковое направление: почему речь обычно представлена в левом, а не в правом полушарии?».

Исследования на певчих птицах и других животных подсказывают возможные ответы на эти вопросы. Общее сходство* между данными, полученными Ноттебомом на певчих птицах, и ситуацией с повреждением человеческого мозга и речью совершенно поразительно. Возможно, и то и другое является побочным продуктом отбора в процессе эволюции, направленного на

Асимметрии у животных

175

обеспечение оптимального управления голосовым аппаратом, необходимым для пения и речи¹.

Что касается вопроса о направлении асимметрии, то эмбриологи отмечали, что у многих видов левая сторона развивается обычно немного быстрее правой [15]. Это различие может быть основой однонаправленности асимметрий в тех случаях, когда они обнаруживаются. Наиболее быстро развивающееся полушарие может принимать на себя контроль за функциями, которые представлены латерализованно.

Хотя все эти представления умозрительны, они отражают те вопросы, с которыми сталкиваются нейробиологи, желающие разобраться в проблеме латерализации. Расширив поиск асимметрий за пределы исследований на человеке, ученые начали постепенно приближаться к получению ответов на эти вопросы.

¹ Возможно также, что асимметрии у птиц и людей не имеют отношения друг

к другу, а развились независимо и служили различным приспособительным функциям.

Глава 9

Патология и полушария

Изучение межполушарных различий повлияло на многие другие области исследования функций человеческого мозга и их нарушений. В гл. 1 мы обсудили определенные клинические симптомы повреждения правого и левого полушарий. В этой главе мы рассмотрим некоторые другие нарушения в поведении человека, связываемые с разделением функций между полушариями.

Является ли заикание результатом конкуренции двух полушарий за управление речью у индивидуумов, у которых латерализация не выражена? Не предрасполагает ли неполная латерализация к возникновению у ребенка трудностей с чтением, несмотря на нормальное в других отношениях умственное развитие? Почему депрессивные психозы, по-видимому, лучше поддаются лечению электрошоком при нанесении его на правое, а не на левое полушарие? Это только часть вопросов, возникающих перед исследователями при попытках определить роль левого и правого мозга в патологии.

Некоторые из данных, подлежащих обсуждению, являются лишь косвенными и неубедительными — например, данные о связи между шизофренией и дисфункцией доминантного для речи (левого) полушария. Другие соотношения, такие как связь между синдромом игнорирования левой стороны пространства и повреждением неречевого (обычно правого) полушария, признаны более широко.

Патологические процессы могут быть связаны с межполушарной асимметрией функций по крайней мере двумя способами. Патология может иметь непосредственное отношение к дисфункции одного из полушарий, т. е. нарушению одной (или более) из его особых способностей. С другой стороны, патология может быть связана с характером межполушарной асимметрии, отличным от нормального. Утверждалось, что в патологии играют роль оба вида дисфункций.

Неспособность к чтению — недостаточность доминирования?

Одним из первых исследователей, высказавших предположение о связи между латерализацией и неспособностью к чтению, был С. Ортон. Ортон был врачом и работал в первых

Патология и полушария

177

десятилетиях нашего века с детьми, которые испытывали затруднения при чтении и письме. В ходе своей работы он обратил внимание на то, что эти дети иногда пишут «зеркально», переворачивая отдельные буквы и меняя порядок их расположения в слове на обратный. Например, слово «кот» они могли написать как «тон», т. е. так, как выглядело бы это слово, если посмотреть на его отражение в зеркале. Сходным образом, эти дети часто меняли на обратный порядок букв при чтении; так, например, слово «кот» читалось как «ток».

Ортон заметил, что у детей, читающих и пишущих зеркально, наблюдается неустойчивое преобладание одной руки. Он рассматривал этот факт как признак неполного доминирования полушарий. Соединение у одного индивидуума неспособности к чтению и неполного доминирования полушарий привело его к предположению о том, что эти два фактора связаны между собой.

Поскольку для взрослого нормой является концентрация контроля над обсуждаемыми функциями в полушарии, противоположном ведущей руке, и поскольку наши клинические наблюдения показывают столь большое разнообразие как во времени, так и в степени развития предпочтения любой из сторон у многих детей, мы предполагаем, что эти расстройства могут

происходить в результате сравнимых изменений, затрагивающих существенные для языка области мозга, и, таким образом, опираться на основу, в значительной степени физиологическую по своей природе [1].

Исходя из того, что две половины мозга симметричны относительно средней линии, Ортон предположил, что зрительная информация о внешнем мире, представленная на одной стороне, является зеркальным отражением ее на другой стороне: «Отношение строгой симметрии между двумя полушариями позволяет нам полагать, что группы клеток, возбуждаемых любым зрительным стимулом в правом полушарии, являются точной зеркальной копией таковых в левом». Рис. 9.1 показывает конечный результат.

Ортон утверждал, что информация, представленная в доминантном полушарии, ориентирована правильно, в то время как информация в недоминантном полушарии является ее зеркальным отражением. В отсутствие достаточно развитого доминирования полушарий наличие двух отображений — нормально-ориентированного и перевернутого — будет вызывать путаницу при чтении и письме. Ортон использовал термин «стрелфосим-болия» для описания возникающего в результате этого состояния.

Ортоновское название для этого типа затруднений в чтении и письме больше не используется; было показано также, что

178

Глава 9

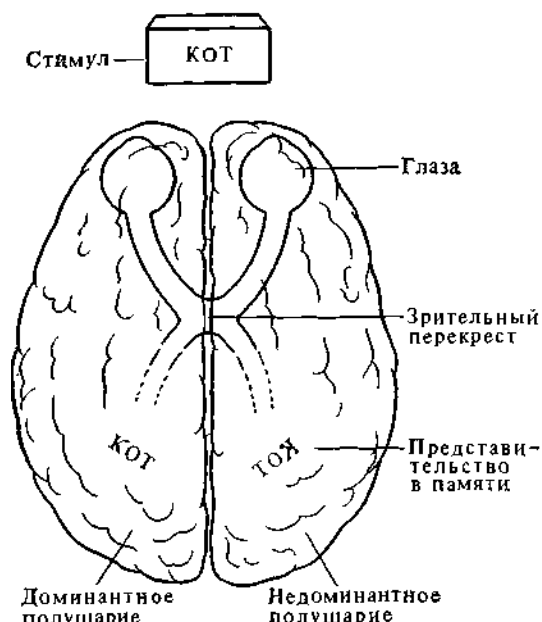


Рис. 9.1. Схема, поясняющая теорию Ортона. Ортон предполагал, что зрительный стимул представляется в двух полушариях в противоположной ориентации •(Corballis M. C. The Left-Right Problem in Psychology. Canadian Psychologist 15, 1974).

•его идеи о зеркальном отражении стимулов в полушариях неверны. Тем не менее основное представление о том, что неспособность к чтению может быть связана с межполушарной асимметрией, все еще активно изучается. С развитием поведенческих методов исследования межполушарной асимметрии появилась возможность более непосредственной проверки идеи связи неспособности к чтению с атипичной асимметрией мозга. Оказывается, что Ортон, возможно, был прав, но по другим причинам.

Поведенческие исследования на нормально и плохо читающих людях

В работах по исследованию взаимоотношений между латентизацией и чтением часто использовались задания с дихотическим прослушиванием. В одной из первых таких работ сравнивали выполнение заданий 14 нормальными учащимися четвертого класса и 14 мальчиками с дислексией [2]. Дислексия — термин, применяемый в тех случаях, когда неспособность к

чтению присутствует, но не сопровождается другими наруше-

Патология и полушария

179»

Нилин в сенсорной, интеллектуальной или эмоциональной сферах.

Задание с дихотическим предъявлением однозначных чисел выявило значительное преимущество правого уха у нормальных детей и слабое, недостоверное преимущество левого уха у детей с дислексией. В соответствии с этими данными другие работы также показывают большую частоту или выраженность» преимущества правого уха у хорошо читающих по сравнению с плохо читающими [3].

Латерализованное тахистоскопическое предъявление также использовалось для изучения межполушарной асимметрии у детей с дислексией. В нескольких исследованиях, в которых & качестве стимулов применялись буквы и слова, было показано-большее преобладание правого поля зрения у нормально читающих по сравнению с плохо читающими [4].

В противоположность этим данным, указывающим на возможную связь дислексии с характером и степенью межполушарной асимметрии, ряд работ говорит об отсутствии в поведенческих тестах различий между нормальными испытуемыми и индивидуумами с дислексией. В исследованиях с дихотическим прослушиванием и тахистоскопическим предъявлением-вербальных стимулов сообщалось о сравнимых асимметриях в обеих группах [5]. В одной работе обнаружили даже, что у лиц с дислексией правое поле зрения воспринимает лучше, чем? у нормальных испытуемых [6]. Авторы работы предположили,, что слишком сильная латерализация может неблагоприятно-влиять на способность к чтению. Это представление, естественно, противоположно точке зрения Ортона о том, что трудности с чтением возникают при слишком слабой латерализации.

Как нам разобраться в этих противоречивых данных? Обзор литературы приводит нас к заключению, что основная масса противоречий между работами связана с тем, каким образом-исследователи определяют круг своих испытуемых. Дислексия не является каким-то единым расстройством; она может принимать различные формы, каждая из которых имеет, возможно,, различные причины. Сниженная асимметрия по поведенческим тестам отмечается у тех детей с дислексией, у которых, помимо неспособности к чтению, имеются дефекты речевого слуха и которые испытывают трудности со звуками речи и языком в-более общем смысле.

До сих пор мы концентрировали внимание на полушарной организации речевых функций. Существуют ли различия между нормальными детьми и детьми с дислексией в специализации полушарий для пространственных функций? Обширное многоплановое исследование Уайтлсон с использованием дигап-тической стимуляции, обсуждавшееся нами в гл. 6, говорит» том, что существуют [7].

980

Глава 9

Нормальные дети, получив в каждую руку по одной новой для них фигуре и осяпав её, лучше делают зрительный выбор предмета, соответствующего тому, который они держали в левой руке. Однако у детей с дислексией не отмечается таких различий. В том же исследовании не обнаружили каких-либо различий между группами в выполнении заданий с дихотичес-■ким прослушиванием вербальных стимулов. Уайтлсон сделала вывод о том, что развитие дислексии связано с билатеральным представительством пространственных функций и представительством речевых функций в левом полушарии. Она утверждала, что существование пространственных функций у обоих полушарий может нарушать речевые функции левого полушария в процессе чтения.

Однако другая работа показывает, что если исследовать узнавание лиц в

условиях латерализованного тахистоокопического-то предъявления, то дети с дислексией справляются с этой задачей так же, как нормально читающие [8]. Таким образом, у детей с дислексией отмечается билатеральное представительство некоторых видов функций, считающихся правополушарными -(определение соответствия осязаемых и рассматриваемых «фигур), но другие виды (узнавание лиц) у них в той же степени латерализованы, как и у нормальных детей. Эти данные подчеркивают значение конкретной задачи в определении результатов исследований латерализации. Использование некоторых задач может приводить к одним заключениям, а использование других — к совершенно иным.

Анатомические асимметрии у лиц с дислексией

Недавно были опубликованы анатомические данные, указывающие на связь между асимметрией мозга и дислексией [9]. С помощью компьютерной томографии были обследованы 24 -больных с дислексией в возрасте от 14 до 47 лет. Шестеро из них были леворукими.

На каждой стороне была измерена ширина мозга в области соединения теменной и затылочной долей, после чего эти показатели сопоставили. Результаты показали, что у 42% больных ширина теменно-затылочной области на правой стороне мозга больше, чем на левой, а у 32% эта область шире на левой стороне. У 24% существенной асимметрии обнаружено не ■ было.

Когда данные разделили на подгруппы в соответствии с рукостью, оказалось, что у 50% левшей и 39% правшей асимметрия обратна той, которая обнаружена у нормальных детей. Только у 9% исследованных нормальных левшей теменно-затылочная область была шире справа. Интересно также отметить, что у больных с обратным типом асимметрии были более

Патология и полушария

181

низкие показатели по вербальным тестам на умственные способности, хотя в выполнении невербальных тестов различий по IQ между этими двумя группами не было.

Авторы подчеркивают, что одного только обратного типа асимметрии мозга недостаточно для того, чтобы вызвать дислексию. Частота дислексии у людей составляет от 1 до 3%, обратный тип асимметрии встречается значительно чаще. Они предполагают, что дислексия является результатом взаимодействия этого фактора с какими-то другими. По своим данным, однако, они подсчитали, что частота дислексии у индивидуумов с обратным типом асимметрии мозга в пять раз выше, чем у других индивидуумов.

•Оценка данных

Только что приведенные данные свидетельствуют о наличии взаимосвязи между латерализацией мозга и неспособностью к чтению, хотя ясно, что различия между испытуемыми и видами задач играют важную роль в определении результатов таких исследований. Однако даже если бы эта связь ■ была надежно установлена, у нас не было бы уверенности в том, что степень или тип латерализации мозга *определяют* способности к чтению.

Ортон считал, что слабая доминантность полушарий является причиной неспособности к чтению. С тем же основанием, исходя из рассмотренных нами данных, можно было бы утверждать, что некий третий фактор ответствен за отношение, которое мы наблюдали, и что прямой причинной связи между латерализацией и способностью к чтению не существует. Можно даже утверждать, что сама способность к чтению влияет на латерализацию. Хорошо читающие могут проводить за чтением больше времени, чем плохо читающие, и это, вероятно, могло бы влиять на латерализацию мозга.

Каждую из этих альтернатив следует рассматривать в лучшем случае как теоретическую возможность, и понадобится много дополнительной работы, прежде чем в них удастся разобраться. В данный момент при рассмотрении

взаимоотношений между латерализацией и способностью к чтению важно помнить о двух вещах. Во-первых, большинство людей, у которых выявляется мало признаков асимметрии (или даже асимметрия, обратная нормальной) по тестам с дихотическим прослушиванием и другим критериям латерализации, не показывают каких-либо признаков затруднений при чтении. Во-вторых, многие люди, испытывающие такие трудности, обладают нормальной латерализацией, судя по тем же тестам. Таким образом, сниженная латерализация не является ни необходимым, ни достаточным условием для возникновения затруд-

182

Глава 9*

нений в чтении. Затруднения в чтении представляют собой сложную группу дефектов, в которые могут вносить вклад многие различные факторы. Сходным образом, латерализация мозга представляет собой лишь один из аспектов сложной организации мозговых функций, обеспечивающей неврологический субстрат для чтения.

Заикание; доводы в пользу конкуренции за управление речью

(Многие, вероятно, слышали утверждение о том, что со стороны родителей неразумно пытаться заставлять ребенка-левшу использовать правую руку. Считается, что такие попытки могут иметь серьезные последствия для общей приспособленности ребенка, повышая вероятность развития у него заикания.

В создании этого представления важную роль сыграл С. Ортон. Он полагал, что в некоторых случаях заикание обусловлено конкуренцией между полушариями за управление речью. У индивидуумов с прочно установившейся доминантностью левое полушарие берет управление на себя, тогда как индивидуумы с неустановившейся доминантностью рискуют стать заиками. Принуждая ребенка менять руку вопреки его естественной склонности, мы можем нарушить установление доминантности: и вызвать развитие заикания. В своей собственной практике Ортон заметил, что дети, которым разрешили использовать их естественно предпочитаемую руку после того, как заставляли пользоваться правой рукой, переставали заикаться.

Что свидетельствует о связи между организацией полушарий и заиканием? Иногда в качестве одного из свидетельств упоминают о том, что среди страдающих заиканием леворукость и амбидекстрия¹ встречаются чаще, чем в общей массе населения. Так как у леворуких и амбидекстров наблюдается меньшая, чем у праворуких, склонность к латерализации речевых функций, повышенная частота леворукости и амбидекстрии среди страдающих заиканием несомненно согласуется с представлениями Ортона. Однако недавние исследования заставили усомниться в цифрах о более высокой частоте леворукости среди заикающихся людей [10].

В настоящее время все согласны с тем, что частота леворукости среди лиц, страдающих заиканием, не выше, чем среди нормальных. В любом случае в определении взаимоотношений между организацией полушарий и заиканием не следует опираться только на данные о рукости. Прежде чем можно будет

¹ Амбидекстрия (от лат. *ambo*—оба и *dexter* — правый) дословно означает «двуправость», способность одинаково хорошо владеть обеими руками. —

Прим. ред.

Патология и полушария

183

■ с уверенностью говорить о том, что заикание является расстройством мозговой организации, необходимо иметь данные, касающиеся полушарной асимметрии у самих страдающих заиканием.

Некоторые данные по этому вопросу получены в поведенческих исследованиях асимметрии мозга. Здесь также широко применялась методика дихотического прослушивания. В одной из первых работ было обнаружено, что в задачах с дихотическим прослушиванием у 55% страдающих

заиканием взрослых отмечалось преобладание левого уха, тогда как среди нормальных испытуемых оно было отмечено лишь у 25% [11]. В более поздних исследованиях, однако, не удалось воспроизвести эти результаты ни на взрослых, ни на детях. Между нормальными и заикающимися испытуемыми не было обнаружено различий в показателях слуховой асимметрии [12].

Другой интересный подход касается заикающихся больных, проверявшихся в тестах с введением амитал-натрия. В одной работе обследовали 4 страдающих заиканием лиц в тестах с амитал-натрием, проводившихся по поводу неврологических заболеваний, не имеющих отношения к заиканию [13]. У всех четырех больных, трех левшей и одного правши, были обнаружены свидетельства билатерального управления речью. Ами-тал-натрий вводили в каждую из сторон, но в разные дни. Ухудшение речи возникало после введения его с любой стороны.

Эти результаты противоположны полученным в тестах с амитал-натрием, согласно которым преходящая афазия возникает после введения его только с одной стороны (обычно слева). Кроме того, сообщали, что во всех случаях заикание прекращалось после хирургического удаления по медицинским показаниям одного из предполагаемых центров речи. Это, вероятно, самое убедительное свидетельство связи заикания с билатеральным представительством речи.

Однако попытка повторить работу с амитал-натрием не дала аналогичных результатов [14]. В этом исследовании испытуемыми служили четверо правшей, из которых только у одного были выявлены признаки билатерального представительства речи. Однако тот факт, что хотя бы у одного из правшей обнаружили билатеральный контроль речи, является весьма важным, поскольку у нормальных правшей это наблюдается чрезвычайно редко. Таким образом, данные с амитал-натрием можно рассматривать как частичное, но ни в коей мере не абсолютное, подтверждение представления о том, что для страдающих заиканием характерно билатеральное представительство речевых центров.

Данные о роли асимметрии в заикании не столь убедительны, как данные, свидетельствующие о ее роли в неспособности

184

Глава 6

к чтению. Во-первых, исследований, в которых искали такое соотношение при заикании, намного меньше. Во-вторых, заикание рассматривается в настоящее время как расстройство, вызываемое многими возможными причинами, из которых только одна может быть связана с организацией мозга. В несовпадении результатов главным фактором могли быть различия в составе испытуемых, и до тех пор, пока мы не найдем способа выделять определенные подгруппы, эта проблема будет существовать.

Как относиться к утверждению, что принуждение ребенка менять используемую руку увеличивает вероятность возникновения у него заикания? В настоящее время мы не знаем наверняка, связаны ли между собой латерализация мозга и заикание, не говоря уже о том, что мы не знаем, имеет ли замена используемой руки важные последствия для распределения речевых функций между полушариями. В одной из более старых работ сообщалось о том, что частота заикания у студентов колледжа с ранним принудительным переключением руки не выше, чем в контрольных группах [15]. Однако наблюдения, подобные ортоновским, продолжают существовать.

Между заиканием и принудительным переключением вполне может быть связь, которая не зависит от латерализации мозга. Предъявляемое ребенку требование использовать не ту руку, которая ему удобна, может вызывать усиление общего стресса. Этот стресс, в свою очередь, может быть фактором, причинно связанным с заиканием. Здесь уместно отметить, что, по некоторым сообщениям, в Китае — в стране, где принуждение к использованию правой

руки широко принято,—особо высокой частоты заикания не наблюдается. Это свидетельствует против наличия неврологической основы для связи между переключением руки и заиканием и указывает на то, что какая-либо связь между ними является результатом других процессов.

Межполу тарная асимметрия и психические заболевания

В последнее время исследователи начали изучать возможность того, что определенные психические расстройства, в частности шизофрения и депрессия, могут быть связаны с дисфункцией разных полушарий. Первые указания на такую связь пришли из клинических исследований больных с повреждениями, мозга. Было замечено, что симптомы, подобные шизофреническим, с наибольшей вероятностью возникают после левосторонних повреждений, а симптомы аффективных расстройств (депрессии) — после повреждений на правой стороне мозга. Другие клинические данные также свидетельствуют о роли асимметрии полушарий в психических заболеваниях.

Патология и полушария

185

Хотя данные клинических исследований не были особенно убедительными, они хорошо согласовывались с общими понятиями о функциях левого и правого полушарий. Расстройства мышления и вербальные галлюцинации, которые являются обычными симптомами шизофрении, соответствуют представлению о левом полушарии как об аналитической, речевой половине мозга. Расстройства в эмоциональной сфере и угнетенное состояние, характерные для аффективных психозов, согласуются с представлением о правом полушарии как о половине, контролирующей невербальные функции.

Клинические наблюдения

Пьер Флор-Генри представил данные, касающиеся взаимоотношений между асимметрией полушарий и психическими заболеваниями, полученные на больных с височной эпилепсией [16]. У больных эпилепсией часто обнаруживаются патологические изменения в тех областях мозга, где зарождается эпилептическая активность. Флор-Генри сопоставил 50 случаев височной эпилепсии, осложненной психотическими симптомами, с 50 случаями «чистой» эпилепсии. Разделив группы больных на основании локализации эпилептического очага в левом полушарии, в правом полушарии или на обеих сторонах, он обнаружил между ними существенные различия. В группе больных с психотическими симптомами расположение очага в левом полушарии встречалось значительно чаще, чем в группе больных без такой симптоматики. Дальнейшее деление группы больных на 4 подгруппы в соответствии с характером психического заболевания показало, что расположение очага в левом полушарии чаще имело место при шизофрении, а в правом — при аффективных психозах.

Эту работу критиковали за слабую статистическую обоснованность ее результатов, однако другие исследования дали в целом результаты такого же характера. В одном крупном исследовании оценили последствия ранений в голову, полученных во время второй мировой войны [17]. Всех обследуемых разделили на две группы на основании наличия или отсутствия у них каких-либо дефектов речи в результате ранения и применили к ним Миннесотскую многофазную систему классификации личности (МСКЛ). Было обнаружено, что в группе с нарушениями речи высокие показатели по шизофренической шкале МСКЛ встречаются чаще. Это исследование имеет более непосредственное отношение к вопросу о связи между нарушением функций речевых центров и шизофренией, поскольку деление испытуемых в нем проводилось на основании речевых нарушений, а не стороны повреждения.

186

Глава 9

Дополнительные клинические данные, свидетельствующие об участии правого

полушария в аффективных расстройствах, связаны с результатами одностороннего применения электросудорожного шока (ЭСШ)—процедуры, в которой через электроды, наложенные на кожу головы, пропускают электрический ток. Электросудорожный шок иногда используется для лечения депрессий и во многих случаях вполне эффективно. Хотя обычно эта процедура проводилась билатерально, многократно высказывалось предположение о том, что часто следующие непосредственно за ЭСШ спутанность сознания и потерю памяти можно уменьшить, если использовать электроды, расположенные только на одной стороне головы. Кроме того, ЭСШ при одностороннем применении более эффективен, если наносится на правое полушарие.

Эти моменты имеют важное значение для латерализации функций при аффективных заболеваниях. Если эффективность ЭСШ как средства лечения депрессии меняется в зависимости от стороны мозга, к которой приложены электроды, то это убедительно свидетельствует в пользу латерализованного характера расстройства.

Из трех добротных исследований, сравнивавших терапевтический эффект левостороннего, правостороннего и двустороннего ЭСШ, в двух было обнаружено, что левосторонний ЭСШ в отношении ослабления депрессии менее эффективен, чем правосторонний. В одной работе не было найдено никаких различий [18]. Эффективность ЭСШ в этих исследованиях определялась не раньше, чем через месяц после последней процедуры путем оценки состояния каждого больного слепым методом.

Результаты в этой области исследований не полностью согласуются, но из общей картины складывается впечатление, что депрессия лучше реагирует на правополушарный, чем на левополушарный ЭСШ. Таким образом, у нас есть еще одно свидетельство, указывающее на латерализованный характер некоторых форм психических заболеваний.

Поведенческие и электрофизиологические исследования

Для изучения роли организации мозга в психических заболеваниях применялись различные поведенческие и электрофизиологические методики. Некоторые данные, полученные при исследовании ориентировочной реакции, оцениваемой по изменениям кожной проводимости, поддерживают представление о связи психических заболеваний с латерализованными нарушениями функций. Когда бодрствующему испытуемому предъявляют новый стимул, сопротивление кожи его руки слабому электрическому току уменьшается. Это одно из нескольких физиологических изменений, возникающих на периферии, когда

Патология и полушария

187

человек настораживается при появлении чего-то нового или необычного. При повторных предъявлениях этот ответ уменьшается, и, как говорят, наступает привыкание.

Джон Грузелье и его коллеги исследовали изменения кожной проводимости у больных шизофренией и депрессией при повторении слуховых стимулов [19]. У больных шизофренией была выявлена тенденция к отсутствию реакции на левой руке. В противоположность этому у больных депрессией реакция на правой руке была менее выражена, чем на левой. Грузелье отмечает, что, поскольку ориентировочные реакции управляются, как полагают, ипсилатеральным полушарием, его данные свидетельствуют о расстройствах в левом полушарии при шизофрении и в правом полушарии при депрессии.

Некоторые данные, согласующиеся с представлениями о связи между организацией мозга и психическими заболеваниями, получены при изучении боковых движений глаз. В гл. 3 мы рассматривали свидетельства того, что направление боковых движений глаз после предъявления вопроса отражает избирательную активацию полушарий. В нескольких работах сообщалось о

большей частоте левосторонних боковых движений глаз после предъявления вопросов, требующих анализа пространственных взаимоотношений.

В исследовании, проведенном на 29 больных шизофренией и 31 контрольном испытуемом (все исследуемые были праворуки), предъявляли ряд различных по характеру вопросов {требующих анализа вербальных или пространственных отношений без эмоциональных факторов или в сочетании с ними) и регистрировали боковые движения глаз. Результаты показали, что на все вопросы, кроме «пространственных эмоциональных», больные шизофренией реагируют большим числом правосторонних боковых движений глаз, чем контрольные испытуемые [20]. Если рассматривать боковые движения глаз как показатель активности полушарий, то эти данные свидетельствуют о том, что больные шизофренией используют левое полушарие в большей мере, чем правое, при анализе не только тех вопросов, для которых левое полушарие считается более соответствующим, но и тех, для которых оно, как полагают, не предназначено.

Несколько другой подход к анализу взаимоотношений между организацией мозга и психическими заболеваниями избрали Стюарт Даймонд и Грэхем Бомон [21]. Данные посмертного исследования мозга показывают значительное увеличение размеров мозолистого тела при хронической шизофрении. Даймонд и Бомон предположили, что это увеличение является компенсацией каких-то нарушений связи между полушариями. Для проверки своей гипотезы они использовали тахистоскопически предъявляемые стимулы (буквы, однозначные числа, аб-

188

Глава J>

«Одинаковые
или различные?»

«Одинаковые
или различные?»

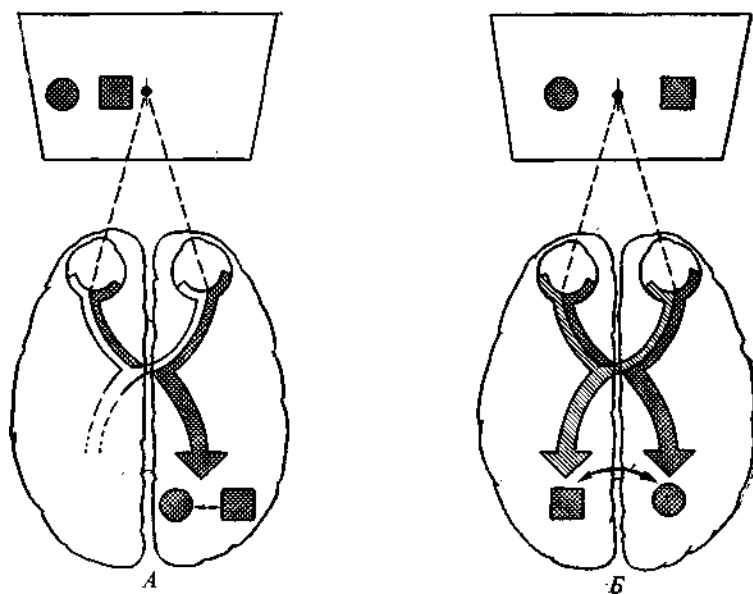


Рис. 9.2. Решения о сходстве или различии, принимаемые одним или обоими полушариями. А. Когда оба стимула предъявляются в одной половине поля зрения, они проецируются непосредственно на одно полушарие. Б. Когда стимулы, которые нужно сравнить, предъявляются с разных сторон от точки фиксации взгляда, они сначала обрабатываются разными полушариями. Их сравнение связано с переносом информации через мозолистое тело.

Структурные формы), латерализованные к одному полушарию, в просили испытуемых идентифицировать их. В такой ситуации больные шизофренией справлялись с заданием так же, как и не страдающие шизофренией.

Однако, когда одновременно предъявили два стимула и задание видоизменили так, что нужно было решить, одинаковы они или нет, между больными

шизофренией и контрольными испытуемыми были выявлены различия. Самые большие различия были обнаружены, когда стимулы, составляющие пару, предъявлялись разным полушариям. Меньшие различия наблюдались в ситуации, когда оба стимула предъявлялись одному и тому же полушарию. Методики тестирования показаны на рис.: 9.2. Даймонд и Бомон утверждают, что затруднения, которые испытывают больные шизофренией при решении задач, затрагивающих оба полушария, являются результатом дефекта связи между двумя сторонами, величина которого больше, чем можно объяснить, исходя из предположений о наличии нарушений внутри каждого из полушарий.

Патология и полушария

18»

Флор-Генри использовал электроэнцефалографические показатели при исследовании 28 больных шизофренией, 18 больных маниакально-депрессивным психозом и 19 контрольных испытуемых во время выполнения вербальных и зрительно-пространственных задач [22]. Мощность ЭЭГ в левой височной области у больных шизофренией была значительно больше, чем у нормальных испытуемых; мощность ЭЭГ в правой височной области у них не отличалась от нормальной. Однако у больных маниакально-депрессивным психозом мощность ЭЭГ на обеих сторонах превышала таковую у нормальных испытуемых, причем на правой стороне она была выше, чем на левой-

Межполушарные различия в эмоциях

Большинство рассмотренных нами исследований, за исключением работ по воздействию электросудорожного шока, дают более веские факты в пользу наличия связи между шизофренией и функциями левого полушария, чем между депрессией и функциями правого полушария. Существует, однако, ряд косвенных свидетельств, касающихся участия правого полушария в управлении эмоциями, и они играют важную роль в современных представлениях о депрессии и межполушарных различиях. С возможностью специализации правого полушария для обработки эмоциональных стимулов мы впервые познакомились при обсуждении работ по исследованию боковых движений глаз в гл. 3. Мы отметили, что преобладание левостороннего бокового движения глаз при эмоционально нагруженных вопросах рассматривалось как отражение участия правого полушария в обработке такого рода вопросов.

Некоторые клинические данные также указывают на роль правого полушария в обработке эмоциональной информации. Например, Кеннет Хелман и его коллеги сообщают, что больные с повреждением правого полушария испытывают большие затруднения в понимании эмоциональных сообщений, переданных интонацией, чем больные с повреждением левого полушария [23]. Стали появляться также данные, свидетельствующие о межполушарных различиях в управлении внешним выражением эмоций. В одном исследовании фотографии человеческих лиц, и их зеркальные копии разрезали пополам и целые лица складывали из двух левых или двух правых половин [24]. Испытуемых просили оценить степень выразительности лиц, изображающих разные эмоции, на ряде таких портретов. На рис. 9.3 показано одно из таких лиц и образованные из него составные лица.

По результатам оценки оказалось, что лица, составленные из двух левых половин, выражают эмоции более интенсивно,



Рис. 9.3. Сравнение степени эмоциональной выразительности составных лиц. А. Лицо, составленное из двух левых половин. Б. Подлинное лицо. В. Лицо, составленное из двух правых половин [24].

чем лица, составленные из правых. Указывая на преобладание контралатеральных проекций в управлении лицевыми мышцами, исследователи утверждают, что эти результаты свидетельствуют о большем участии правого полушария в создании эмоционального выражения.

Таким образом, можно полагать, что существуют вполне надежные основания считать, что правое полушарие участвует в обработке эмоциональной информации и создании эмоционального выражения в большей мере, чем левое. Поскольку аффективные расстройства характеризуются изменениями в эмоциональной сфере, данные о межполушарных различиях в отношении эмоций по крайней мере согласуются с представлением о том, что аффективные расстройства каким-то образом связаны с правым полушарием.

.Некоторые теоретические соображения

В нашем коротком обзоре данных, указывающих на связь между латерализацией мозга и расстройствами психики, мы рассмотрели ряд разных направлений, по которым этот вопрос изучался в эксперименте и в клинике. Для объяснения природы этой связи предложено три различных модели. Результаты любого из рассмотренных нами исследований можно интерпретировать в рамках одной или нескольких из этих моделей.

1. *Модель латерализованного дефицита* полагает, что отдельные формы психических заболеваний связаны с дефицитом в одном из полушарий. Предполагается, что этот дефицит является довольно тонким и требует для своего обнаружения высокочувствительных методов измерения латерализации.

Патология и полушария

198

2. *Модель способа познания* рассматривает определенные формы психических заболеваний как результат нетипичного* способа обработки информации, который проистекает из неоптимального использования связанных с полушариями функций. Согласно этой модели в полушариях нет дефицита, как такового; болезнь является следствием неадекватного вовлечения полушарий.

3. *Модель взаимодействия* связывает психопатологию с проблемой взаимодействия между полушариями, а не с дефицитом в каком-либо из них. Согласно этой модели, расстройства обусловлены недостатком обмена информацией между двумя половинами мозга.

Очевидно, сейчас преждевременно доказывать преимущества одной модели перед другой. На самом деле, хотя все рассматривавшиеся нами данные свидетельствуют о некоторой связи между латерализацией мозга и психопатологией, любое из этих свидетельств само по себе не является вполне убедительным. Подобно заиканию и неспособности к чтению, психические расстройства имеют, вероятно, ряд различных причин^ многие из которых вызывают одинаковую в целом симптоматику. Возможно, что асимметрия мозга связана с некоторыми формами шизофрении и аффективных психозов, но не со всеми. Нам необходимы лучшие способы разделения больных на

соответствующие группы. Не исключено, что для этой цели могут пригодиться сами показатели латерализации.

Синдром игнорирования

(односторонняя пространственная агнозия)

Больной в отделении реабилитации (просыпается утром и отправляется бриться. Когда он откладывает бритву, с тем чтобы идти завтракать, можно заметить, что он выбрил только-правую сторону лица. Во время завтрака больной принимается лихорадочно искать свою чашку кофе и ищет до тех пор,, пока кто-нибудь не укажет ему, что она находится чуть левее его тарелки. За завтраком или обедом он может оставить нетронутой еду на левой половине тарелки и просить добавки,, как будто только для того, чтобы ему указали, что на тарелке еще есть еда. Если его просят нарисовать часы, больной правильно нарисует кружок, но все цифры затем втиснет в правую его половину. Если его просят нарисовать человека, он нарисует только правую половину тела, без левой руки и ноги. Когда ему задают вопросы относительно его рисунков, больной утверждает, что они выглядят нормально.

Этот феномен, известный под названием *синдрома игнорирования*, наблюдается при инсульте или у жертв несчастных случаев, имеющих довольно обширные повреждения задних

i92

Глава 9

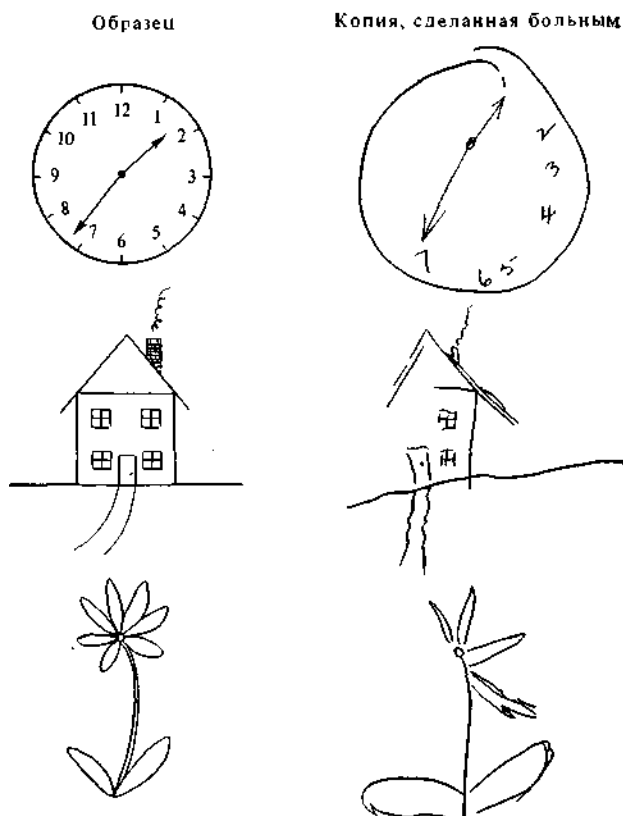


Рис. 9.4. Рисунки больного с синдромом игнорирования. Больного с инсультом в задних областях-правого полушария просили перерисовать несколько картинок. Обратите внимание на полное игнорирование левой стороны на каждом из «го рисунков. Этот случай является типичным.

(теменных или теменно-затылочных) областей правого полушария [25]. Иногда он встречается при сходном повреждении •левого полушария, но намного реже и в более мягкой форме. При наблюдении за таким больным создается впечатление, 'что он ведет себя так, как будто левой стороны пространства, а иногда даже и левой стороны его тела не существует. На рис. '9.4 показаны изображения разных объектов, сделанные больным с синдромом игнорирования одной стороны пространства. В связи с этим

синдромом уже давно ставится несколько вопросов. Почему существует такое явное невнимание к одной половине пространства? В какой мере это связано с повреждением зрительной системы? Почему длительно сохраняющиеся симптомы игнорирования с намного большей вероятностью

Патология и полушария

193

проявляются у больных с повреждением правого полушария, чем у больных с аналогичным повреждением левого? Ответы на эти вопросы пока еще не ясны, однако феномен игнорирования дает нам некоторые ключи к разгадке рабочих взаимоотношений между левым и правым мозгом.

Многие больные с синдромом игнорирования действительно слепы на левое поле зрения, хотя вначале они могут не осознавать этого. Так как зрительная информация из левой половины пространства первоначально обрабатывается в зрительной области правого полушария, повреждение в этой области может вызвать гемианопсию (буквально «полуслепоту»), при которой больной не видит никаких предметов слева от точки фиксации взора. Однако эта полуслепота сама по себе не объясняет невнимания к левой стороне у больных с синдромом игнорирования.

Можно найти много примеров, когда больные, которые не видят в одной половине поля зрения, не проявляют игнорирования этой стороны пространства. Больные, у которых повреждение ограничено зрительными путями или первичными зрительными областями в любом из полушарий, обычно компенсируют свою полуслепоту движением глаз или головы. Больные с повреждением левого полушария, которые не видят в правом поле зрения, редко демонстрируют такое устойчивое функциональное игнорирование одной половины пространства, какое характерно для больных с повреждением правого полушария.

Кроме того, у некоторых больных с синдромом игнорирования гемианопсии вовсе нет. В условиях тестирования они могут точно идентифицировать простые зрительные стимулы, вспыхивающие в левом поле зрения. Однако, если стимулы предъявляются одновременно в оба поля зрения — в эксперименте или в обычной повседневной обстановке, — они называют только объекты из правой половины зрительного пространства. Входной сигнал из правого поля зрения, достигая неповрежденного левого полушария, по-видимому, мешает мозгу обработать сигнал из левого поля зрения, приходящий в поврежденное правое полушарие. Правая половина зрительного стимула «гасит» левую, но если левую половину показывают отдельно, больной ее ясно видит. На рис. 9.5 показаны типичные стимулы, предъявляемые больным.

Эффекты гашения, наблюдаемые у этих больных, по крайней мере отчасти объясняют их невнимание к левой половине внешнего мира. События в правом поле зрения, возможно, постоянно гасят информацию в поврежденном левом, и это приводит к ориентации больного только на правое поле. Этот вид больных с синдромом игнорирования при отсутствии гемианопсии особенно интересен для ученых, исследующих зрительное восприятие.

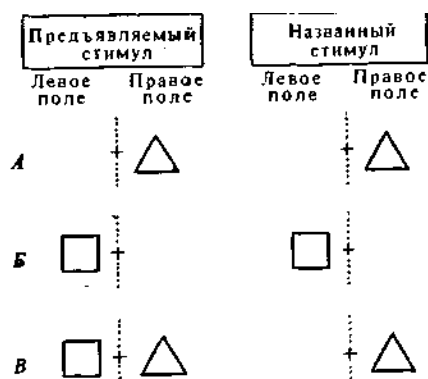


Рис. 9.5. Зрительное «гашение». В левой колонке показаны 3 варианта стимулов, предъявлявшихся в течение 100 мс каждый. В правой колонке показано, что больной, по его сообщениям, видел. В таких условиях, как приведены на А и Б, больной называет объекты, предъявлявшиеся в любой половине поля зрения. В случае В больной не видит предмета в левом поле зрения, если в правом поле присутствует другой предмет.

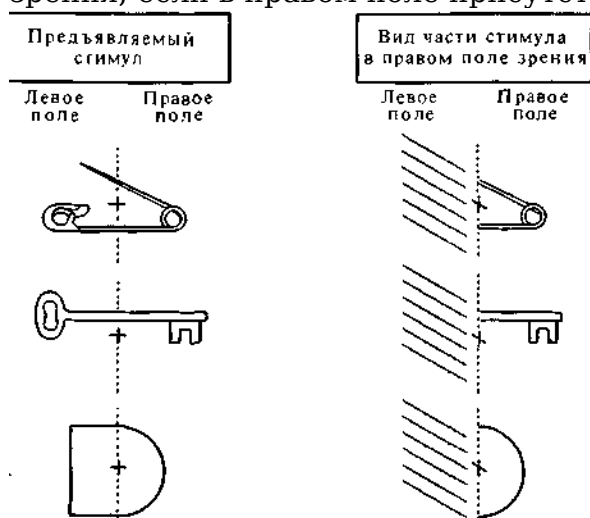


Рис. 9.6. В левой колонке показаны примеры стимулов, применяемых для исследования билатеральной обработки информации у больных с синдромом игнорирования. Больные с истинным выпадением левого поля зрения (частичная слепота) были неспособны сказать, что изображают эти рисунки, после их предъявления в течение 100 мс. В правой колонке показано, как выглядят стимулы для больного с выпадением левого поля зрения. Больные с синдромом игнорирования, у которых наблюдался феномен гашения, правильно называли эти изображения, проявляя, таким образом, способность при определенных условиях вести обработку информации билатерально.

Патология и полушария

195

Что происходит с погашенной зрительной информацией из левого поля зрения? Действительно ли она теряется? Или она присутствует в нервной системе, но недоступна для осознания? Этот вопрос изучался по нескольким направлениям. Некоторые исследователи обнаружили, что при определенных обстоятельствах больные могут сказать о том, что появилось в левом поле зрения, даже тогда, когда стимулировалось и правое. Если их заставляют угадать нужный объект среди нескольких, предложенных на выбор, они делают это намного лучше, чем если бы это было случайно, хотя могут и не осознавать, что действительно видели объект в левом поле зрения [26].

В исследовании несколько иного характера больные, у которых стимул в левом поле зрения нормально гасился при предъявлении двух различных объектов, не обнаруживали этого, если в качестве стимула использовался один большой объект, половина которого попадала в левое поле зрения, а другая половина в

правое. Они могли регулярно узнавать нарисованные предметы (такие, как ключ или булавка), предъявленные в середине поля зрения, даже если правая половина рисунка не обеспечивала их достаточной информацией для того, чтобы опознать его [27]. Рис. 9.6 иллюстрирует стимулы этого типа.

Эти данные можно объяснить с точки зрения чисто умозрительной, но интересной теории, согласно которой синдром игнорирования возникает, как представляется, в результате повреждения правого полушария. В левом полушарии в норме сконцентрирована большая часть речевых и языковых функций мозга. Кроме того, исследование 'больных с расщепленным мозгом' показало, что их левое полушарие часто дает неправильные словесные ответы, основанные на той части зрительной информации, которая ему доступна. Возможно, что после повреждения правого полушария доминирующее левое полушарие больного с синдромом игнорирования ведет себя «эгоистически», считая то, что оно видит, заключающим в себе все, что существует на самом деле. Другими словами, левое полушарие из-за большей самостоятельности, обусловленной, по-видимому, его вербальными способностями, действует так, как будто с правым полушарием ничего не случилось, и делает это с большей вероятностью, чем правое полушарие при наличии повреждения в левом.

Представляется, что в обсуждавшихся случаях, демонстрирующих явление гашения, левое полушарие сообщает об информации, поступившей в его поле зрения, лишь пока оно может понятным образом интерпретировать эту информацию. И только если оно не может понять, что ему предъявлялось, или если в его поле зрения вообще ничего не было, левое по-

196

Глава 9

лушарие использует какую-то информацию, которая проецировалась к поврежденной правой половине мозга.

Предлагались и другие объяснения асимметричной природы синдрома игнорирования. Одно из них состоит в том, что механизмы, управляющие избирательным вниманием или даже общей активацией, латерализованы и сосредоточены в правом полушарии. Еще одно возможное объяснение заключалось в том, что правое полушарие вообще лучше обрабатывает пространственную информацию, и поэтому в его отсутствие левое плохо справляется с пониманием пространственных отношений.

Два последних объяснения содержат общую идею о том, что игнорирование связано с повреждением центров, ответственных за правильную ориентацию во внешнем мире, — центров, локализованных в правом полушарии или по крайней мере контролируемых им. Эта идея противоречит представлению об «эгоцентричности» левого полушария, согласно которому игнорирование является результатом не соответствующих действительности представлений, возникающих в левом полушарии в том случае, если из правого полушария поступает недостаточная информация.

Мы особо отметили аномалии в зрительном восприятии, обычно сопутствующие синдрому игнорирования. Однако многие исследователи полагают, что представление об игнорировании, основанное только на дефектах восприятия, не охватывает всех его проявлений. Тонкие аспекты синдрома могут не зависеть от каких-либо сенсорных процессов. Иллюстрацией к этому моменту служит эпизод с одним больным.

Больного итальянца с синдромом игнорирования попросили вообразить, что он входит на известную римскую площадь с севера, и описать, что он видит. Больной очень хорошо знал эту площадь до инсульта. Он начал описывать все здания к западу (т. е. на правой стороне) от того места, где бы он вошел, но не упомянул ни об одном из зданий, расположенных к востоку. Затем его попросили вообразить, что он входит на площадь с юга, и описать, что он видит. Больной принялся описывать все здания в восточной половине площади.

Этот случай говорит о том, что игнорирование может не зависеть от обработки зрительной информации, поскольку оно затрагивает даже извлечение образов из памяти. Если игнорирование действительно отражает дефицит зрительной функции, то этот дефицит должен иметь место на высоком уровне и затрагивать сложные аспекты восприятия. Об этом свидетельствует и тот факт, что некоторые больные с синдромом игнорирования даже отрицают свою болезнь. Понимание этого

Патология и полушария

197

необычного латерализованного дефицита может внести важный вклад в наши знания о том, как левый и правый мозг участвует в процессах осознания и восприятия.

Роль правого и левого мозга в патологии

В этой главе мы рассмотрели разнообразные виды патологии, начиная от заикания и кончая шизофренией и игнорированием одной стороны пространства. Из всех этих видов только синдром игнорирования "был непосредственно связан с латерализованным повреждением. В других случаях существование латерализованной аномалии предполагалось, но не было ясно продемонстрировано. Прежде чем использовать при лечении больных сведения, полученные в таких исследованиях, мы должны быть уверены в том, что эти данные совершенно надежны.

Мы неоднократно отмечали важность осознания того, что в основе многих расстройств могут лежать неединичные причины. Считать, что сходные симптомы всегда вызваны одной и той же причиной, — значит чрезвычайно упрощать сложность взаимоотношений между мозгом и поведением. Латерализованные дисфункции могут быть связаны с некоторыми, но не со всеми формами расстройств. Важно также помнить о том, что самой по себе латерализованной дисфункции может быть недостаточно для развития определенного расстройства и что для этого, возможно, необходимо одновременное действие и других факторов. Мы отмечали, что у нормальных людей можно наблюдать все типы латерализации, и это позволяет полагать, что особый тип латерализации сам по себе не является причиной определенного дефицита.

Глава 10

За пределами фактов: спорные вопросы теории

О правом и левом мозге сказано значительно больше, чем изложено нами в предыдущих главах. Предположения о значении межполушарной асимметрии высказывались сразу же после открытий, сделанных на больных с расщепленным мозгом, и других исследований функционирования двух половин мозга. Это и не удивительно, если учесть, как велик соблазн объяснить наблюдения над собственным разумом и разнообразие человеческого опыта в свете новых данных о мозге.

Многие предположения касались природы сознания и существования различных способов мышления. Что могут предложить исследования латерализации функции мозга для решения старого как мир вопроса о связи между «душой» и телом? Дают ли они какие-либо экспериментальные свидетельства в пользу представления Фрейда о «подсознательном»? Обладает ли каждое полушарие больного с расщепленным мозгом своим собственным сознанием?

Соответствует ли специализация, наблюдаемая в полушариях нормальных здоровых людей, отдельным способам мышления? Полагаются ли некоторые люди в большей мере на левую половину мозга, а другие — на правую? Существуют ли культурные различия в этом плане? Не делает ли система образования в цивилизованных странах упор на так называемое левополушарное мышление, игнорируя, возможно, развитие способностей правого мозга? Это некоторые из распространенных вопросов, возникших в

связи с рассмотренными в этой книге открытиями. Кроме того, исследователи поставили множество теоретических вопросов, касающихся «как» и «почему» в специализации полушарий, и на основе предварительных данных попытались дать на них ответ. Почему речь локализована в левом мозге? Что является причиной латерализации в ходе эволюции? Насколько сильно одно полушарие отличается от другого? В какой мере многие из наблюдаемых асимметрий являются следствием межполушарных различий в речевых способностях, а не признаком каких-то других различий в обработке информации? Действительно ли речевое левое полушарие доминирует в отношении поведения? Играет ли оно роль в создании ощущения единства психической деятельности?

За пределами фактов: спорные вопросы теории

199

Вопросы многочисленны и каждый из них можно рассматривать на нескольких уровнях. О сознании, например, рассуждать особенно трудно, потому что разные исследователи вкладывают в это слово разный смысл. Одни называют сознанием способ мышления или видения мира. Другие могут использовать этот термин для обозначения «самосознания». Третьи понимают под этим всю информацию, которую человек осознает в данный момент. Несмотря на эти и другие проблемы, в этой главе мы рассмотрим некоторые, часто сложные и противоречивые представления, возникшие при попытках исследователей объяснить смысл существования левого и правого мозга, выйдя за пределы фактических данных.

Два мозга — два сознания?

Свыше четырех веков назад великий французский философ Рене Декарт пришел к выводу, что вместилищем сознания является шишковидная железа, расположенная в основании мозга. Он сделал это заключение на основании своей веры в единство сознания и того факта, что шишковидная железа была единственной, насколько он мог судить, непарной структурой мозга.

Бели изучить то, что писал Декарт о взаимоотношении тела и духа, можно увидеть, что отнесение сознания к части тела представляется непоследовательным ходом его мысли. Хотя Декарту нравилось анализировать некоторые функции живых существ с точки зрения механики и хотя он очень интересовался анатомией человека (рис. 10.1), он считал, что в человеческом существе есть что-то, что невозможно объяснить в таких понятиях. Он видел сходство тел людей и животных, но сомневался, может ли человеческий дух быть частью того же самого физического мира. Он полагал, что анализ собственного мышления не может доказать существования чего-либо вне личного опыта. Декарт пришел к заключению, что между психическим и физическим должно существовать абсолютное различие. Утверждение о независимости духа от тела стало известно как картезианский дуализм.

В течение последних двух десятилетий в связи с исследованиями больных с расщепленным мозгом возник ряд вопросов о значении операции по расщеплению мозга для проблемы «тела и духа». Если нож хирурга совершает разделение сознания, тогда мы должны признать тот факт, что сознание по крайней мере является результатом работы мозга. Большинство споров в этой области концентрируется на том, можно ли в действительности показать, что больные с расщепленным мозгом обладают, по крайней мере в некоторых случаях, двумя сферами сознания. В гл. 2 мы отметили, что на теоретическом уровне

200

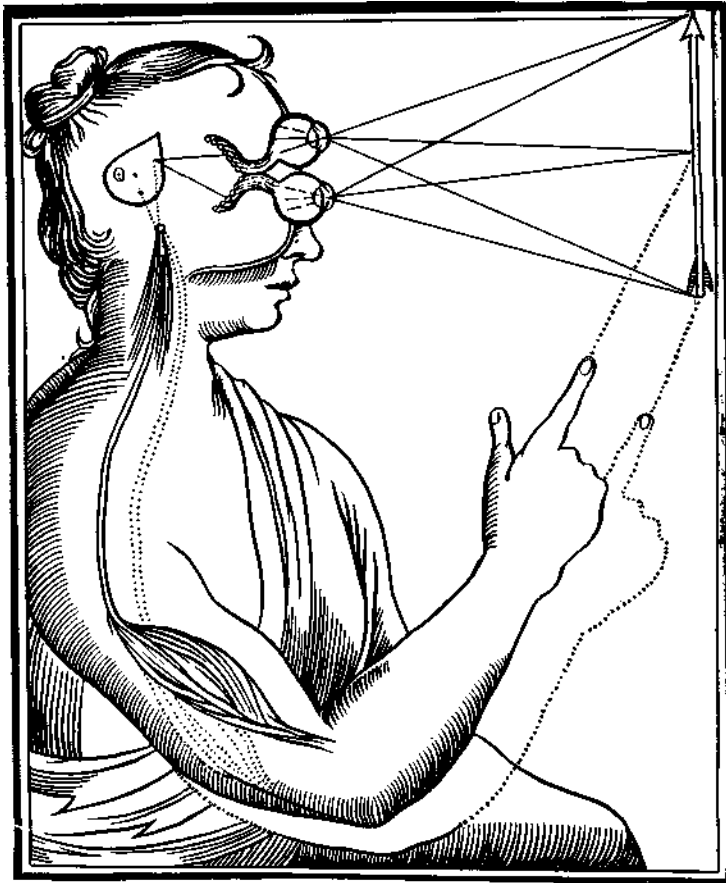


Рис. 10.1. Схема Декарта, иллюстрирующая взаимодействие физических и психических процессов в шишковидном теле. Свет, отраженный от объекта (стрелы), падает на сетчатку обоих глаз и проводится по зрительным нервам к мозгу. Там, в шишковидном теле, похожем по форме на грушу, он захватывается «душой», и оттуда же начинаются ответные движения.

этот вопрос обсуждали Густав Фехнер и Вильям Мак-Дугалл. Фехнер утверждал, что операция расщепления мозга приведет к удвоению сознания. Мак-Дугалл полагал, что эта процедура не повлияет на сознание.

Роджер Сперри считал, что результаты исследований расщепленного мозга указывают на удвоение сознания у этих больных.

Все, что мы наблюдали до сих пор, указывает на то, что операция оставляет этих людей с двумя отдельными «ду-

За пределами фактов: спорные вопросы теории

201

шами», т. е. с двумя отдельными сферами сознания. Представляется, что переживаемое правым полушарием находится целиком вне сферы опыта левого полушария. Это разделение психики было продемонстрировано в отношении восприятия, познания, воли, обучения и памяти [1].

Оперри считает, что впечатление единства психики у больных с расщепленным мозгом является иллюзией, следствием того факта, что обе стороны мозга занимают одинаковое положение в пространстве, имеют одинаковые сенсорные органы и одинаковый опыт в повседневных ситуациях вне лаборатории.

По мнению Экклса [2], все истинно человеческое идет от левого полушария, где расположены речевые центры. Больная с расщепленным мозгом, которая краснела или улыбалась, когда перед ее правым полушарием вспыхивало изображение обнаженного тела, не только не могла сказать, почему она это сделала, но действительно не знала, почему покраснела. Правое полушарие не может знать, потому что мысли или знания может иметь только левое полушарие.

Хотя такие опоры чрезвычайно осложняются субъективными определениями

понятия «сознание», кое-какие попытки уточнить использование этого термина предпринимались. Один подход к этому требовал создания операционального определения, т. е. такого определения понятия, какое дается, исходя из процедур, используемых для того, чтобы это понятие измерить. В связи с этим Дональд Маккей, работавший в области создания теории искусственного интеллекта, отметил, что расщепленный мозг нельзя рассматривать как расщепленное сознание до тех пор, пока не будет продемонстрировано, что каждая половина мозга имеет свою собственную независимую систему оценки значения событий, постановки целей и установления очередности реакций.

Интереснейший эксперимент, имеющий отношение к этому вопросу, недавно провели Джозеф ЛеДу и Майкл Газзанига со своим уникальным больным П. С., перенесшим комиссуротомию. В этом исследовании они воспользовались тем, что правое полушарие П. С. обладало значительно большими, чем обычно, лингвистическими способностями (мы обсуждали это в гл. 2). Правое полушарие П. С. могло выражать свои ответы на вопросы с помощью левой руки, составляющей слова из букв набора для игры в скрэбл. Замысел ЛеДу и Газзаниги состоял в том, чтобы вопросы субъективного характера задавать отдельно каждому полушарию и потом сопоставить результаты.

В каждой пробе П. С. устно задавали вопрос. Ключевое слово или слова в нем были заменены паузой. Эти пропущенные слова предъявлялись потом в левом (правому полушарию)

202

Глава 10

или правом (левому полушарию) поле зрения. Вопросы были такого рода: «Как *(вас зовут)?*», «Назовите по (буквам) ваше любимое (занятое)», «Какой день *(завтра)*?» Ключевые слова, выделенные курсивом и заключенные в скобки, на самом деле вспыхивали в соответствующем поле зрения. Если они предъявлялись правому полушарию, П. С. просили составить его ответ по буквам, используя набор букв для игры в скрэбл.

П. С. просили также оценить, что он почувствовал при предъявлении определенного слова, указав на цифру от 1 («очень нравится») до 5 («очень не нравится»). Некоторые из слов выбирались на основании их особого личного смысла для больного. В них входили имена Пол (его собственное имя) и Лиз (имя его девушки). Его спрашивали «Как вам нравится...?», и затем соответствующее слово появлялось в левом или правом поле зрения.

Результаты показали, что правое полушарие П. С. может отвечать на поставленные вопросы и что его ответы и оценки иногда отличаются от тех, которые дает левое полушарие. Например, в тестах на оценку слов, по пятибалльной шкале оценки правого полушария постоянно были ближе к концу, означавшему «не нравится», чем оценки левого полушария. Если его спрашивали, какую бы он выбрал работу, правое полушарие отвечало, складывая по буквам, «автогонки» в противоположность обычному словесному ответу левого полушария П. С., что он хочет быть чертежником.

ЛеДу и Газзанига далее отметили, что в нескольких различных сериях тестирования ответы на некоторые вопросы изменялись. Иногда левое и правое полушария давали сходные ответы, а иногда противоречивые. Создавалось впечатление, что в те дни, когда мнения и оценки левого и правого мозга совпадали, П. С. был в лучшем настроении.

Относительно вопроса об удвоении сознания они писали:

Каждое полушарие П. С. обладает самосознанием со своей собственной системой субъективной оценки текущих и планирования дальнейших событий, определения порядка ответов и генерации собственных реакций. Следовательно, теперь имеет смысл подумать о практическом и теоретическом значении того факта, что могут существовать механизмы удвоенного сознания [1].

Хотя из-за степени вербальных способностей обоих полушарий П. С. представляет собой особый случай, теоретическое значение образования механизмов удвоенного сознания у одного человека выходит за рамки этого единичного случая. ЛеДу и Газзанига полагают, что кроме иллюстрации более раннего утверждения о том, что расщепление мозга может вызвать расщепление сознания, их наблюдения наводят на мысль

За пределами фактов: спорные вопросы теории

203

о «природе и источнике тех умственных качеств, которые присущи только человеку». Эти качества, считают они, зависят от активной речевой системы. Когда эта система отсутствует, как в правом полушарии у большинства больных с расщепленным мозгом... организм функционирует главным образом на перцептивно-моторном уровне. Хотя в таких случаях определенные познавательные способности могут проявляться, при отсутствии лингвистической искушенности человеческому поведению, по-видимому, недостает богатства и характерной для него гибкости... Добавьте богатую лингвистическую систему к изолированной массе невербальной ткани, как это произошло с правым полушарием П. С, и появится человек, способный оценивать, желать и размышлять о жизни [4].

Идея зависимости сознания от языка или лингвистических процессов не является совершенно новой. Некоторые философы и лингвисты придерживаются так называемых вербальных теорий сознания. Общим для этих теорий является понятие о том, что события в мозгу, воспринимаемые нами как сознательные, являются событиями, обрабатываемыми языковой системой мозга. Мы вернемся к этой идее в последующих разделах главы.

Два мозга — два способа познания?

Мы видим свидетельства того, что после хирургического разделения двух полушарий, обучение и память могут пребывать раздельно в левом и правом мозгу. Каждое полушарие больного с расщепленным мозгом способно чувствовать, воспринимать и даже формировать понятия, независимо от другого. Кроме того, фактически при всех подходах к изучению мозговых процессов, включая исследования на нормальных, здоровых людях, полученные данные подтверждают существование межполушарных различий. В предыдущих главах мы уже рассматривали вопрос о трудностях, связанных с попытками охарактеризовать эти различия. Некоторые исследователи говорят о различиях в отношении вербальных и невербальных способностей. Другие утверждают, что половины мозга различаются с точки зрения принципов обработки информации.

Со времени первых операций расщепления мозга ряд сменяющих друг друга определений использовался для описания процессов, происходящих в левом и правом мозгу. Наиболее широко применявшиеся характеристики можно разделить на несколько групп, которые образуют некое подобие иерархиче-

204

Глава 10

окой структуры. Каждое определение обычно включает в себя характеристики предыдущего и добавляет некоторые другие.

Левое полушарие Правое полушарие

Вербальные Невербальные,
зрительно-пространственные

Последовательные, временные Одновременные, пространственные

Дискретные Непрерывные

Рациональные Интуитивные

Западный Восточный мистицизм

технизм

Определения в верхней части описки представляются основанными на экспериментальных данных, тогда как другие являются в значительной мере умозрительными. Различие полушарий по их отношению к вербальным и невербальным сигналам было самым ранним и возникло на основе исследований больных с расщепленным мозгом и поведенческих исследований на нормальных людях. Различие на основе способа обработки информации—последовательного или одновременного—отражает современную, хотя и не общепринятую, теоретическую модель, согласно которой левое полушарие склонно иметь дело с быстрыми изменениями во времени и анализировать стимулы с точки зрения деталей и признаков, тогда как правое полушарие склонно иметь дело с одномоментными взаимоотношениями и с более общими свойствами паттернов. В этой модели левое полушарие представляется чем-то вроде цифровой вычислительной машины, а правое — аналоговой.

Многие исследователи, размышлявшие над этой проблемой, пытались выйти за пределы различий такого рода. Широко распространенное мнение о различиях между полушариями состоит в том, что левый мозг действует логическим, аналитическим способом, а правый мозг работает в образной, синтетической манере.

Стоит только начать использовать такие определения для описания работы полушарий, как приходит на ум несколько вопросов. Представляют ли они собой просто удобные описания того, как полушария обрабатывают информацию? Или они подразумевают, что полушария отличаются по способам мышления? Можно ли рассматривать специализированные функции левого и правого мозга как различные способы мышления?

Исторически сложилось так, что философы и ученые обнаруживали склонность разделять умственные способности на два типа. Рассмотрим, к примеру, цитату из труда последователя философии йогов, который в 1910 г. написал следующее:

Рассудок представляет собой орган, составленный из многих функций, разделяемых на два важных класса: функции и способности правой руки, функции и способности левой

За пределами фактов: спорные вопросы теории

205

руки. Способности правой руки являются всесторонними, творческими и синтетическими; способности левой руки—критическими и аналитическими... Левая ограничивает себя установленной истиной, правая понимает ту, которая еще неуловима или не выяснена. Обе являются существенными для полноты человеческого разума. Эти важные функции механизма имеют все, для того чтобы подняться до высочайшей и тончайшей рабочей мощности, если воспитание и образование ребенка не окажется несовершенным или односторонним [5].

Многие мыслители Запада тоже говорили об умственной организации так, как если бы она была разделена на две части. Рациональное против интуитивного, явное против подразумеваемого, аналитическое против синтетического — вот только некоторые из примеров этих дихотомий. Больше их число приведено ниже.

Дихотомии

Рассудок

Конвергентный

Интеллектуальный

Дедуктивный

Рациональный

Вертикальный

Дискретный

Интуиция

Дивергентный

Чувственный

Образный

Метафорический

Горизонтальный

Непрерывный

Абстрактный	Конкретный
Реалистический	Импульсивный
Управляемый	Свободный
Дифференциальный	Экзистенциальный
Исторический	Вневременной
Аналитический	Холистический
Явный	Подразумеваемый
Объективный	Субъективный
Последовательный	Одновременный

Хотя эти термины довольно разнообразны, представляется, что в них все же есть что-то общее. Возможно, как считали некоторые, они соответствуют отдельным процессам в двух полушариях мозга.

Почему так велик список противопоставлений? Определяют ли они истинно различные и отдельные качества или просто описывают крайности континуума поведения? Другими словами, имеем ли мы дело с различиями типа «все или ничего», или между ними есть переходные ступени? Некоторые настаивают на первой точке зрения, поскольку, как они утверждают, она наилучшим образом согласуется с нейроанатомической реальностью — существованием левого и правого мозга, способных действовать независимо. Другое мнение состоит в том, что формулировка дихотомий или противоположностей является просто удобным способом рассмотрения сложных ситуаций.

206

Глава 10

Идея о том, что в функциях полушарий отражаются различные способы познания, стала ассоциироваться в последние годы с именем психолога Роберта Орнстейна. Помимо электроэнцефалографических исследований асимметрии Роберт Орнстейн интересовался проблемой природы сознания и его отношения к функциям полушарий.

В 1970 г. Орнстейн опубликовал книгу под названием «Психология сознания». В «ней» он писал, что мужчины и женщины западных цивилизаций используют только половину своего мозга и, следовательно, половину своего умственного потенциала [6]. Он отметил, что упор на языковое и логическое мышление в обществах Запада обеспечивает развитие способностей левого полушария. Он утверждал далее, что функции правого полушария составляют игнорируемую часть способностей и интеллекта людей западной цивилизации и что эти функции лучше развиваются в культурах, мистицизме и религиях Востока. Короче говоря, Орнстейн отождествлял функции левого полушария с мышлением рационалистического⁴, технологического Запада, а функции правого полушария — с мышлением интуитивного, мистического Востока.

За книгой Орнстейна последовало множество нелепых заявлений и неверных толкований. Например, некоторые приравнивали левое полушарие к бедам современного общества. Орнстейн, однако, подчеркивал, что полушария мозга специализируются на различных типах мышления. Он утверждал также, что большая часть времени в учебных заведениях тратится на тренировку учащихся в том, что составляет, по-видимому, навыки левого полушария.

Орнстейн стал сторонником идеи о том, что существуют альтернативные способы познания и формы сознания. Он считает, что наше интеллектуальное воспитание придает чрезмерно большое значение аналитическому

...в результате чего мы научились смотреть на несвязанные фрагменты вместо целого. Неудивительно, что в результате этой занятости изолированными фактами мы сталкиваемся с таким большим числом проблем, решение которых зависит от нашей способности улавливать отношение частей к целому... Исследования расщепленного и целого мозга привели к созданию нового представления о человеческом познании, сознании и интеллекте. Все знание невозможно выразить в словах, однако, наше образование почти

исключительно основывается на его письменных и устных формах... Но художник, танцовщик и мистик научились развивать невербальную часть интеллекта [7].

Как мы видели, идеи о природе межполушарных различий разнообразны. От идеи о различии полушарий на основе обра-

За пределами фактов: спорные вопросы теории

207

ботки вербальных и невербальных стимулов они развились до более абстрактных понятий о взаимоотношениях между умственными функциями и полушариями. В ходе этой эволюции идеи, касающиеся межполушарных различий, все дальше и дальше уходили от основных данных, полученных в исследованиях. Некоторых ученых это движение приводит в замешательство, потому что различие между фактом и умозрительным построением часто затемняется. Был введен термин «ди-хотомания», относящийся к потоку популярной литературы, порожденной наиболее спекулятивными представлениями. Один исследователь заметил:

Это становится 'привычным зрелищем. Часто с обложки журнала прямо на читателя смотрят изображенные художником две половины мозга. Поперек левого полушария на-шисаны (возможно, черными или серыми буквами) такие слова, как «логический», «аналитический» и «западный техницизм». Огненными буквами (ярко-оранжевыми или пурпурными) через правое полушарие идут слова «интуитивный», «художественный» или «восточный мистицизм». К сожалению, эта картина больше говорит о современной моде в научно-популярной литературе, чем о мозге.

Существуют ли культурные различия в вовлечении полушарий

Некоторые попытки антропологов охарактеризовать познавательные процессы у различных культур напоминают многие представления о левом и правом мозге. Представители одной научной школы предполагают существование качественно различных общественных, классовых и индивидуальных способов мышления. Однако большинство антропологов утверждают, что, несмотря на культурные различия, «средние» человеческие умы функционируют одинаково. Некоторые ученые указывали на несовместимость одновременных утверждений о том, что человеческий ум везде функционирует одинаково, и о том, что основные способы мышления коренным образом различаются в связи с факторами культуры [9].

Чтобы разрешить эту дилемму, можно предположить, что каждый человеческий мозг способен на большее, чем какой-то один вид мыслительных процессов, но представители разных культур отличаются в том, какие процессы принимают участие в разных ситуациях. Исследователей, заинтересованных в разрешении парадокса «культура — познавательные способности», привлекла идея о том, что мозг обладает двумя структурами, способными к качественно различным мыслительным процессам.

208

Глава 10



/ * i

Рис. 10.2. Примеры теста на образное целое восприятие фрагментированных рисунков. Что изображают эти рисунки?

Можно ли объяснить связанные с культурой различия в способе познания на

основании различий в использовании левого и правого полушария? В одном исследовании у 1220 лиц из различных слоев населения, включая индейцев, негров — городских жителей — и белых — сельских и городских жителей, сравнили показатели по двум тестам, считающимся довольно избирательными в отношении вовлечения полушарий. Выполнение одного из тестов — теста на образное, цельное восприятие фрагментированных рисунков связано, как полагают, с обработкой информации главным образом в правом полушарии (рис. 10.2). Предполагается, что другой тест — тест на подобию из шкалы Векслера для изучения интеллекта у взрослых — связан с обработкой информации главным образом в левом полушарии. В этом тесте вопросы по форме (подобны такому: «В чем сходство между отверткой и молотком?»)

В каждой группе испытуемых исследователи определили относительный коэффициент способа мышления «шправое полушарие против левого», вычисляя отношение средних показателей по обоим тестам для каждой из групп (в числителе показатель по тесту на образное восприятие, в знаменателе — по тесту на подобию). Высокие коэффициенты (большой числитель) рассматривались как показатели более выраженного «шправолушарного» мышления; более низкие ('большой знаменатель) — как показатели «левополушарного» мышления.

Результаты показали, что самый высокий коэффициент имеют индейцы; за ними следуют городские женщины-негритянки, городские мужчины-негры и затем белые (городские и сельские жители). Исследователи сделали вывод о том, что мышление у индейцев и негров связано с правым полушарием в относительно большей степени, чем у других групп [10].

В критической статье, опубликованной вскоре после этого исследования, было убедительно доказано, что описанные культурные различия являлись просто новым подтверждением куль-

За пределами фактов: спорные вопросы теории

209

турных различий, выявленных по вербальным тестам IQ, а не свидетельством большей выраженности правополушарного мышления у угнетенных слоев населения. Авторы статьи утверждали, что по тесту на образное восприятие («правое полушарие») никаких заметных различий между группами нет в то, что группы отличаются только по выполнению вербального теста на подобию. Если объяснять эти данные с точки зрения преобладания полушарий, заключают они, единственное, что можно сказать, это следующее: «Способности правого полушария, по-видимому, развиваются до сходного уровня у представителей радикально различных культурных групп, тогда как развитие левого полушария замедляется в связи с отсутствием возможности получить образование» [11].

Рассматривая это и многие другие исследования, претендующие на то, что они показывают примеры избирательного использования двух сторон мозга, необходимо подчеркнуть сомнительный характер использованных критериев. Хотя такие тесты, как тест на подобию, несомненно представляются вербальными, а не пространственными, это никоим образом не означает, что они проверяют только способности левого полушария. Со многими из стандартизованных невербальных тестов положение даже еще сложнее. Было показано, что многие из так называемых тестов на пространственные способности включают в себя большой и иногда необходимый вербальный компонент. В настоящее время не существует твердо установленных только правополушарных или только левополушарных тестов.

Разумеется, эта критика не исключает возможности того, что в определенных ситуациях различия в вовлечении полушарий существуют. В гл. 3 мы обсудили значение выбираемой испытуемыми стратегии для определения результатов исследований латерализации. Если отдельные группы постоянно используют различные стратегии при решении широкого набора задач, мы можем

надеяться обнаружить некоторые свидетельства этих различий при исследовании латерализации. Однако исследования, специально направленные на поиск этих эффектов, потребуют применения тестов, чувствительных к небольшим различиям в использовании полушарий.

Профессиональные различия в вовлечении полушарий?

Используют ли художники правое полушарие в большей мере, чем юристы? Свидетельства в пользу этого и связанных с ним вопросов противоречивы.

Роберт Орнстейн и Дэвид Гэлен регистрировали и сравнивали электроэнцефалограмму в правом и левом полушариях у юристов и художников по керамике при выполнении ими различных задач. Задачи включали сборку кубиков в определенные конструкции и зарисовку

210

Глава III

сложных моделей, рассматриваемых через зеркало; обе эти задачи предположительно затрагивают правое полушарие больше, чем левое. Испытуемых просили также изложить письменно отрывок прозы по памяти или переписать сходный отрывок; эти задачи, как полагают, затрагивают главным образом левое полушарие.

Исследователи ожидали найти более высокую активность в левом полушарии во всех этих ситуациях у юристов. Они обнаружили у юристов большее изменение активности в левом полушарии при смене задач. Взаимоотношение между ЭЭГ-активностью, профессией и задачей было, однако, сложным и трудным для интерпретации в рамках какого-либо простого обобщения [12].

Некоторые исследования, направленные на то, чтобы узнать, существует ли избирательное использование полушарий у студентов, специализирующихся по разным предметам, были проведены Полом Бэканом [13]. Бэкан наблюдал за боковыми движениями глаз. Среди проверенных им студентов старших курсов у тех из них, которые специализировались по литературе или гуманитарным наукам, с наибольшей вероятностью наблюдалось преобладание левосторонних боковых движений глаз. Те, кто специализировался по естественным наукам и технике, имели склонность отводить глаза вправо. Если допустить, что левосторонние боковые движения глаз отражают вовлечение в большей степени правого полушария, а правосторонние — левого, эти данные свидетельствуют о связанных с профессией различиях в вовлечении полушарий, т. е. различиях в степени использования каждого из полушарий головного мозга лицами разных профессий.

Важно помнить о том, что различия в показателях, указывающие на избирательное вовлечение полушарий в зависимости от рода занятий, обычно невелики и в некоторых исследованиях их не удалось воспроизвести. В эти проблемы, несомненно, вносят свой вклад различия в чувствительности используемых тестов, а также вариабельность в составе групп испытуемых. Прежде чем можно будет обоснованно выступить за или против представления о профессиональных различиях в вовлечении полушарий, необходимо, очевидно, провести дополнительные исследования.

Правый мозг и образование

Тренирует ли программа начальной школы, ограниченная обучением чтению, письму и арифметике, главным образом, одно полушарие, оставляя нетронутой половину умственных возможностей индивидуума? Направлена ли система образования в целом против развития способностей правого полушария?

За пределами фактов: спорные вопросы теории

211

Джозеф Боген, один из пионеров операции комиссуротомии, был особенно ярким сторонником развития в школе того, что он называет «дополнительным

мышлением» [14]. Слово «основополагающее» ввел в девятнадцатом веке невролог Джон Хьюлингс Джексон для описания доминантности левого полушария в отношении речи, письма, вычислений и связанных с ними задач. В противоположность этому Боген ввел слово «дополнительное» для обозначения, обработки информации правым полушарием у праворукого индивидуума с хорошо выраженной латерализацией.

С точки зрения Богена, общество переоценивает «основополагающее мышление» в ущерб «дополнительному». Например, IQ-тест предназначен для оценки основополагающих способностей левого полушария. Его использование оправдывается заявлением о том, что он предсказывает успех в обществе, которое чаще всего ценит успех материальный. Боген утверждает, что такие критерии являются очень ограниченными и не принимают в расчет художественного творчества и других нелегко поддающихся количественной оценке способностей правого полушария.

Идея о том, что половина наших умственных способностей, точнее правая половина, игнорируется, все чаще появлялась на страницах общеобразовательных журналов, различного рода руководств и ряда других изданий. Статьи обычно включают краткое изложение некоторых данных по латерализации и объяснение значения этих данных с точки зрения самого автора. Некоторые из них оканчиваются советом «усиливать правополушарное мышление» или «тренировать правое полушарие».

Эти статьи часто утверждают, что основным делом левого полушария является логическое отражение реальности и связь с внешним миром. К левому полушарию обычно относят также мышление, чтение, письмо и учет времени. Говорят, что в противоположность этому делом правого полушария является понимание паттернов и сложных взаимоотношений, которые нельзя точно определить и которые, возможно, не являются логическими. Свойства правого полушария, констатирует автор, существенны для творческой интуиции, но они обычно развиты недостаточно.

Заявление одного автора представляет собой типичный пример распространенного объяснения того, почему игнорируется правая сторона мозга.

Поскольку мы действуем в таком кажущемся последовательным мире и поскольку в нашей культуре так почитается логическое мышление левого полушария, мы постепенно затормаживаем и игнорируем то, что поступает к нашему правому полушарию. Не то, чтобы мы совсем перестали им

212

Глава 10

пользоваться, просто оно становится все менее и менее доступным для нас из-за установившихся привычек [15].

Наша система образования и воспитания, возможно, является несовершенной и ограничивает широкий спектр человеческих способностей. Однако мы сомневаемся в справедливости разделения способов мышления в соответствии с делением мозга на полушария. Вполне возможно, что определенные стадии формирования новых идей связаны с интуитивными процессами, независимыми от аналитической или вербальной аргументации. Предварительные схемы упорядочения новых данных или реорганизация уже существующих знаний могли бы, вероятно, возникать в результате бесцельных блужданий мысли, во время которых осознается связь между настоящим и прошлым событием или устанавливается отдаленная аналогия. Но является ли это функциями правого полушария? Мы не думаем, чтобы это было так просто, и на самом деле нет никаких убедительных свидетельств этого. Наша система образования может не обращать внимания на тренировку или развитие половины мозга, но она, возможно, делает это, не замечая талантов обоих полушарий.

Наука, культура и мозолистое тело

Допустив, что левое полушарие обладает аналитическим, а правое — интуитивным способом мышления, астроном и биолог Карл Саган далее стал размышлять о том, каким образом два этих способа взаимодействуют, порождая достижения нашей цивилизации. В своей книге «Драконы Эдема» Саган характеризует правое полушарие как опознающее устройство, предназначенное для поиска паттернов¹ (иногда реальных, а иногда воображаемых) в поведении людей, а также в природных событиях. Эмоциональный тонус правого полушария таков, что оно подозревает существование тайны не только там, где она есть, но и там, где ее нет. Для критического анализа создаваемых им паттернов и для проверки их соответствия реальности ему необходимо левое полушарие..

Невозможно сказать, реальными или воображаемыми являются паттерны, извлеченные правым полушарием, не под-

¹ Характеристику понятия «паттерн» в исчерпывающей форме можно найти в гл. 3 книги Грея Уолтера «Живой мозг» (М.: Мир, 1966). Подводя итог рассуждениям о происхождении и применении этого понятия, Грей Уолтер пишет: «Понятие «паттерн» подразумевает любую последовательность явлений во времени или любое расположение предметов в пространстве, которые можно отличить от другой последовательности или другого расположения или сравнить с ними... Вообще говоря, можно считать, что науки возникают в результате поиска паттернов, а искусства — в результате создания паттерна, хотя между поисками и созданием паттерна существует значительно более тесная связь, чем обычно полагают». — *Прим. ред.*

За пределами фактов: спорные вопросы теории

213

вергнув их «испытующему взгляду» левого полушария. С другой стороны, простое критическое мышление без творческого и интуитивного проникновения обречено на бесплодие. Чтобы решать сложные проблемы в изменяющихся обстоятельствах, необходима активность обоих полушарий мозга: путь в будущее лежит через мозолистое тело [17].

Далее Саган предполагает, что интуитивное мышление хорошо подходит к тем ситуациям, с которыми у нас уже был личный или эволюционный опыт знакомства. «Но в новых областях — таких, например, как познание природы небесных тел — интуитивному мышлению не следует полагаться на свои заключения, а нужно стремиться приспособиться к тем знаниям, которые вырвало у природы рациональное мышление» [18]. Саган характеризует науку как параноидное мышление, направленное на природу, на поиск в природе тайн, связей, фактов.

Наша цель состоит в извлечении из Природы паттернов (правополушарное мышление), но многие из предполагаемых -паттернов на самом деле не соответствуют фактам. Поэтому все предполагаемые паттерны должны быть просеяны через сито критического анализа (левополушарное мышление). Поиск паттернов без критического анализа и жесткий скептицизм без поиска паттернов — это антиподы несовершенной науки. Эффективный поиск знания нуждается в обеих функциях [19].

Он заключает, что наиболее творческие создания культуры — правовые и этические системы, искусство и музыка, наука и техника — являются результатом совместной работы левого и правого полушарий. С этим мы полностью соглашаемся. Саган предполагает также: «Мы можем сказать, что человеческая культура является функцией мозолистого тела» [20]. Это может быть и верно, но не столько потому, что мозолистое тело связывает «аналитическое» и «интуитивное» мышление, сколько потому, что каждая структура мозга играет роль в человеческом поведении, а человеческая культура является функцией человеческого поведения.

Еще о сознании

Правое полушарие и бессознательное

Известный писатель Артур Кёстлер утверждал, что «творческий акт» обычно происходит не в результате сознательного намерения, а иначе. В своей книге «Акт творения» Кёстлер упоминает об идее инкубационного периода, когда проблема на какое-то время откладывается в сторону в надежде на то, что

214

Глава 10

позже придет озарение. Он предполагает также, что подсознание вносит большой вклад в формирование аналогий.

Несколько знаменитых ученых рассказали о том, как они нашли решение проблемы во время сна. Отто Лёви, получивший Нобелевскую премию за открытие передачи нервных импульсов с помощью химических веществ, описал, как пришел к нему план решающего эксперимента. Идея о химической передаче возникла у него на 17 лет раньше, но он отложил ее в сторону из-за отсутствия способа проверить. Через 15 лет он проводил опыты (не связанные с этой его старой идеей), для которых он разработал методику определения жидкостей, выделяемых сердцем лягушки. Однажды ночью, спустя два года,

я проснулся, включил свет, бегло набросал несколько фраз на клочке тонкой бумаги. Потом я снова уснул. В шесть часов утра мне пришло в голову, что ночью я записал что-то очень важное, но мне не удалось расшифровать эти каракули. На следующую ночь, в три часа, идея вернулась. Это был план эксперимента, позволяющего ^ определить, верна или неверна гипотеза химической передачи, которую я высказал семнадцать лет назад. Я немедленно встал, пошел в лабораторию и поставил простой опыт на сердце лягушки в соответствии с ночным планом [23].

Лёви изолировал два лягушечьих сердца, одно из которых сохраняло идущие к нему нервы, а другое было денервировано. Он стимулировал блуждающий нерв у первого препарата. Блуждающий нерв оказывает на сердце тормозное влияние, замедляя его сокращения. Сразу после стимуляции он взял немного физиологического раствора, который омывал препарат, и приложил его ко второму сердцу. Сокращения последнего замедлились. Проведя несколько дополнительных экспериментов, Лёви ясно доказал, что нервы влияют на сердце (и большинство других тканей) путем выделения из окончаний определенных веществ.

Тщательный просмотр цепи событий, ведущих к эксперименту Лёви, рассеивает любые подозрения на то, что это было случайное или чисто интуитивное открытие. Почва для него подготавливалась годами упорной работы. Однако акт соединения двух решающих идей произошел, очевидно, когда ученый был в бессознательном или полубессознательном состоянии.

Кёстлер отводил бессознательному существенную роль в открытии, называя его «типом мышления, преобладающим в детстве и в примитивных обществах и замещенным у нормальных взрослых людей более рациональными и реалистическими методами мышления» [24]. Что касается инкубационного периода (у Лёви он занял 17 лет), Кёстлер называет его «мышлением в сторону» или бунтом против притеснений, т. е. «вре-

За пределами фактов: спорные вопросы теории

215

менным освобождением от тирании вербальных понятий, от аксиом и предубеждений, пронизывающих самое строение специализированных способов мышления» [25].

■ Велико, очевидно, искушение дать этим представлениям объяснение с точки зрения данных о латерализации. Некоторые исследователи предположили, что сновидения являются частью сферы владений правого полушария. Одни из них полагают, что правое полушарие продуцирует все сновидения, другие считают, что состояние Сна позволяет правому полушарию выразить себя более свободно, чем обычно, поскольку левое полушарие при этом не

доминирует и не служит ему помехой. Зигмунд Фрейд, основоположник психоанализа, полагал, что через логику сновидений обнаруживаются качества подсознательного.

Имеют ли открытия, сделанные на больных с расщепленным мозгом, какое-либо значение для теорий Фрейда? Дэвид Гэлен считает, что имеют. Он полагает, что они дают неврологическое подтверждение представлению Фрейда о подсознательном разуме. Гэлен указывает на то, что способ мышления правого полушария сходен с фрейдовским описанием «подсознательного», и обращает внимание на параллель между функционированием изолированного правого полушария и психическими процессами, которые подавляются, не выходят на уровень сознания и не могут непосредственно управлять поведением: «Определенные аспекты функционирования правого полушария соответствуют способу познания, который психоаналитики называют первичным процессом — формой мышления, которую Фрейд отнес к системе подсознания (бессознательного)» [26]. Они включают широкое использование образов, меньшее участие в восприятии времени и последовательности событий, ограниченную речь, типа той, которая проявляется в сновидениях и в обмолвках.

Гэлен полагает, что в норме полушария работают в тесном взаимодействии, но в определенные моменты связь между ними может блокироваться. В результате в мозгу нормального индивидуума может возникнуть ситуация, сходная с той, которая обнаружена у больных с расщепленным мозгом. Гэлен описывает несколько условий, при которых два полушария обычного человека могли бы функционировать так, как если бы они были разъединены хирургическим способом. В одном интересном примере он говорит о торможении передачи информации вследствие конфликта: «Представьте себе действие на ребенка ситуации, когда его мать словами говорит ему что-то одно, а выражением лица и движениями тела — совершенно другое: «Я делаю это, потому что люблю тебя, дорогой», — говорят слова, но: «Я тебя ненавижу и уничтожу», — говорит лицо» [27].

216

Глава 10

Гэлен считает, что хотя оба полушария подвергаются действию одинаковых сенсорных стимулов, они эффективно воспринимают различную информацию, поскольку каждое из них придает особое значение только одному из сообщений. Левое уделит внимание словесным сигналам, а правое — несловесным. Далее он высказывает следующее предположение:

В этой ситуации два полушария могли принять решение о иротиваположных по направлению действиях: левое — подойти, правое — убежать... В большинстве случаев левое полушарие, по-видимому, добивается контроля над выходными каналами, но если левое не в состоянии полностью «отключить» правое полушарие, оно может пойти на то, чтобы отсоединить передачу противоречащей информации с другой стороны... Каждое полушарие обращается со слабым контралатеральным сигналом таким же образом, как люди вообще обращаются со странным высказыванием, которое не совпадает с их убеждениями; сначала они его игнорируют, а потом, если оно требует к себе внимания, активно его избегают [28].

Гэлен (полагает, что в момент такого разъединения левое полушарие, одно управляет сознанием. Однако умственные события в правом полушарии продолжают жить своей собственной жизнью и действуют как «фрейдистское» подсознательное, как «независимый резервуар недостижимого знания», которое может создавать у человека тревожное эмоциональное состояние.

Интересно отметить, что некоторые замечания ЛеДу и Газ-заниги о своем больном П. С. представляются психодинамическими по природе. Авторы рассказывают об экспериментах, где они адресовали вопросы субъективного характера отдельно левому и правому полушарию П. С.

В те дни, когда левое и правое полушарие П. С. одинаково оценивали его самого, его друзей и другие объекты, он был 'Спокойным, легким в общении и приятным юношей. В те дни, когда правая и левая стороны не сходились в своих оценках, П. С. становился трудно управляемым. Представляется, что каждая умственная система может понимать существование эмоциональных различий между ней и другой в данное время. Когда они в разногласии, рождается чувство беспокойства, которое выражается в конечном счете в гиперактивности и общей агрессивности. Яркий пример динамизма, вызванного операцией, порождает вопрос, активны ли такие процессы в нормальном мозгу, где сосуществуют различные умственные системы, использующие различные нервные коды [29].

За пределами фактов: спорные вопросы теории

217

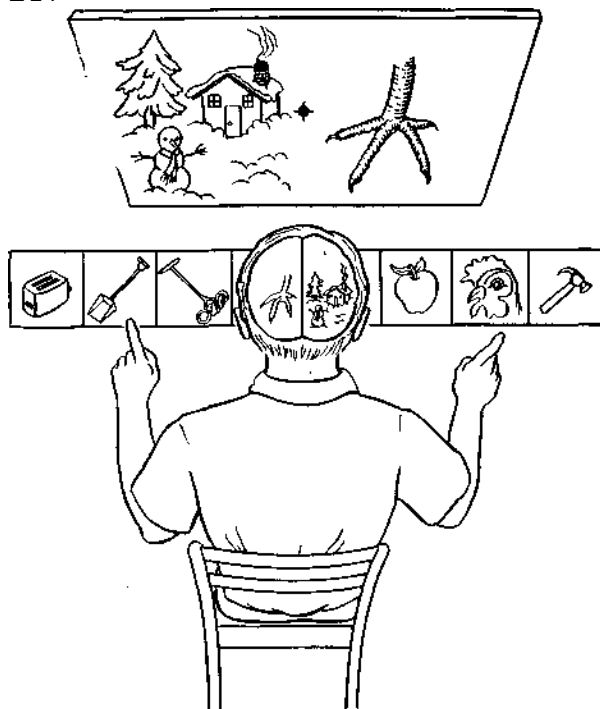


Рис. 10.3. Одновременное предъявление двух различных стимулов правому и левому полушарию больного П. С. Левое полушарие П. С. «видело» лапу цыпленка, тогда как правому полушарию показывали зимний пейзаж. Каждое полушарие отвечало на стимул, выбирая контролируемой им контралатеральной рукой картину, связанную по смыслу с той, которую оно видело. Затем больного просили «объяснить» его выбор [30].

Роль вербальных механизмов в обеспечении единства психической деятельности, или эксперимент с цыпленком и лопатой для снега

Газзанига и ЛеДу недавно провели со своим больным П. С. другую серию экспериментов, которая, как они утверждают, дает ключ к пониманию основного механизма личного мышления— шпроцесса, с помощью которого мы строим действительность, основанную на текущем поведении.

В опытах П. С. предъявляли пары зрительных стимулов, подаваемых одновременно по обе стороны точки фиксации, расположенной на проекционном экране. Картинка, попадающая в каждое поле зрения, обрабатывалась, таким образом, полушарием, которое в норме получает вход от этой стороны по отношению к точке фиксации взора. П. С. просили показывать руками на те картинки из нескольких расположенных пе-

218

Глава 10

ред ним, которые связаны с тем, что он видел на экране. Рис. 10.3 иллюстрирует этот опыт.

Он вполне хорошо справлялся с этой задачей. Его правая рука показывала на

картинку, связанную с той, что вспыхивала в его правом поле зрения (к левому полушарию), а его левая рука показывала на картинку, связанную с той, которая вспыхивала в его левом поле зрения (к правому полушарию). Особый интерес представляло то, каким образом П. С. объяснял эти свои двойные ответы:

Когда зимний пейзаж предъявлялся правому полушарию, а лапа цыпленка — левому, П. С. быстро и исполнительно давал правильные ответы, выбирая правой рукой изображение цыпленка из четырех расположенных в ряд картинок, а левой — изображение лопаты из такого же ряда. Затем его опрашивали: «Что вы видели?» — «Я видел лапу и выбрал цыпленка, а вы должны вычистить курятник лопатой».

В пробе за пробой мы получали ответ такого рода. Левое полушарие могло легко и точно определить, почему оно выбирает ответ, и вслед за этим, не мешкая, оно включало в эти рамки ответ правого полушария. В то время как мы точно знали, почему сделало свой выбор правое полушарие, левое полушарие могло об этом только догадываться. Однако левое полушарие предлагает свое объяснение выбору данной картинки не в форме предположения, а скорее в форме утверждения факта [30].

Газзанила и ЛеДу видят в этих результатах указание на то, что основная задача нашего вербального «Я» состоит в построении действительности, основанной на текущем поведении. Они полагают, что наши вербальные механизмы не всегда посвящены в знание источника наших действий и могут приписывать действиям причину, которая на самом деле не имеет к ним отношения: «Представляется, будто наше вербальное «Я» наблюдает за действиями человека и объясняет действительность, исходя из этих знаний». Они поднимают вопрос о том, знаем ли мы на самом деле, как возникают многие отдельные виды нашего поведения.

Они также предложили гипотезу о том, что развивающийся организм содержит в себе констелляцию психических систем — эмоциональной, мотивационной и перцептивной, — каждая из которых обладает своими оценками и возможностями реагирования.

Впоследствии, когда созревание продолжается, поведение, продуцируемое этими отдельными системами, контролируется одной системой, которую мы начинаем использовать все больше и больше, а именно вербальной, речевой системой. Постепенно понятие самоконтроля развивается так, что вер-

За пределами фактов: спорные вопросы теории

219

бальное «Я» узнает об импульсах, генерируемых другими системами для запуска действий, и пытается либо затормозить, либо пропустить эти импульсы в зависимости от ситуации [31].

Они заключают, что левое полушарие у большинства из нас содержит в себе то, что заставляет нас чувствовать себя единым, целенаправленным существом, т. е. нашу языковую систему.

«Почему» и «как» в специализации полушарий. Эволюционная перспектива
Хотя много уже было сказано о том, что может и чего не может делать каждое полушарие, мы все еще мало понимаем причины специализации полушарий. Мы также мало знаем о физиологических механизмах, которые могут лежать в основе этих существенных различий. Изучение этих «почему» и «как» должно помочь нам ответить на вопрос «что», касающийся специализации, — вопрос, которому мы уделили так много внимания в этой книге. Не ясно, какой из этих вопросов является более важным, на какой из них следует ответить первым делом. Проникновение в любой из них помогает перестроить представления о двух других. Окончательное понимание специализации полушарий будет связано, несомненно, с получением более полных ответов на все три вопроса.

В предыдущих главах мы упоминали о предположениях разных

исследователей, касающихся эволюции и механизмов межполушарной асимметрии. Заканчивая эту главу и всю книгу, уместно будет свести вместе все эти предположения и рассмотреть их более подробно.

Почему полушарие, которое контролирует речь, является также и тем, которое контролирует ведущую руку человека? Случайное ли это совпадение, или здесь скрыта глубокая зависимость, которая должна что-то сказать нам о том, с чем связаны и речевые, и манипуляционные навыки.

Дорин Кимура и ее коллеги получили данные в пользу того, что левое полушарие может быть необходимо для определенных типов движений руки [32]. Больные с повреждением левого полушария, но без правостороннего паралича могут испытывать затруднение в воспроизведении последовательности движений рук и сложных позиций пальцев как на левой, так и на правой руке. Кимура указывает, что эти данные имеют отношение к сообщениям клинической литературы о глухонемых, которые в дополнение к имевшимся у них дефектам речи и слуха получили повреждение левого полушария. В качестве средства общения эти индивидуумы использовали движения рук, но после повреждения левого полушария у них обнаружи-

220

Глава 10

вались нарушения этих движений, сходные с распадом речи у нормально говоривших людей, перенесших такое же повреждение.

Кимура изучала также жестикуляцию у нормальных испытуемых, у которых по данным тестов с дихотическим прослушиванием доминирующим для речи полушарием было правое. Если речь контролируется левым полушарием, что характерно для большинства людей, правая рука совершает больше свободных движений, тогда как если речь контролируется правым полушарием, больше движений делает левая рука.

Кимура с соавторами предположили, что специализация левого полушария для речи является следствием не столько асимметричного развития символических функций, сколько развития определенных двигательных навыков, «которые, оказывается, легко помогают общению» [33]. Другими словами, язык развился в левом полушарии не потому, что оно постепенно стало более символическим или аналитическим само по себе, а потому, что оно стало хорошо приспособленным для некоторых видов двигательной активности.

Возможно, что эволюционные преимущества, предлагаемые развитием искусной в манипуляциях руки, оказались также наиболее полезным основанием для построения системы общения, которая сначала была жестовой и использовала правую руку, но впоследствии стала использовать голосовую мускулатуру. В результате левое полушарие приобрело фактическую монополию в управлении моторными системами, участвующими в выражении с помощью речи — устной или письменной.

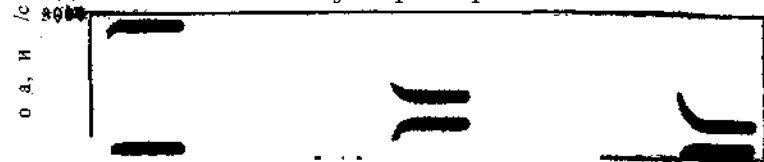
Левое полушарие, по-видимому, несколько превосходит правое также и в способности понимать речь, хотя различия здесь значительно меньше, чем в случае выражения. В лабораториях Хаскинса было показано, что левое полушарие лучше справляется с расшифровкой чрезвычайно быстрых частотных переходов, которые составляют часть определенных звуков речи. Используя методику дихотического прослушивания, эти исследователи обнаружили, что праворукие испытуемые проявляют преимущество правого уха в отношении слогов, состоящих из согласного и гласного звуков — таких, как «бэй», «дэй» и «гэй». Эти слоги отличаются только с точки зрения быстрых изменений частоты, которые происходят в первые 50 мс звучания, так что левое полушарие, по-видимому, обладает преимуществом в обработке этой быстро меняющейся информации [34].

Но состоит ли преимущество левого полушария только в способности следить за быстрыми частотными изменениями в речи? Есть основания полагать, что

221

Дай

А что же правое полушарие, изменилось ли оно в тот период, когда левое овладело искусством движений и общения? Способности, присущие исключительно правому полушарию, определить трудно, и они остаются неуловимыми, хотя считается с достаточным основанием, что они связаны с восприятием пространственных отношений. Возможно, что именно тогда, когда в левом полушарии развивался язык — символическая



система более высокого уровня, чем любая сенсорная система одной модальности, в областях правого полушария развивались способы абстрактного представления двух- и трехмерных отношений внешнего мира, улавливаемых с помощью зрения, осязания и движений. Представляется, что кроме пространственных задач, рассмотренных в предыдущих главах, от правого полушария зависит способность мысленно видеть сложную дорогу или найти путь через лабиринт. Хотя правое полушарие обычно

характеризуется как более «(пространственное», чем левое, его, пожалуй, точнее описывать как «манипуляци-анно-пространственное», т. е. обладающее способностью манипулировать с пространственными паттернами и взаимоотношениями.

Мы только что обсудили, каким образом из навыков тонких движений могли вырасти вербальные навыки левого полушария. Возможно, пространственные навыки правого полушария обусловлены другим видом двигательного искусства — способностью манипулировать пространственными отношениями. Наша способность мысленно создавать планы строения, вращать образы и изобретать какие-то новые механические приспособления могла бы быть результатом абстрактной, присущей только правому мозгу деятельности, дополняющей двигательные навыки левого мозга.

Являются ли эти навыки правого полушария результатом эволюционной специализации и развились ли они в известной степени в дополнение к тем, которые присущи левому мозгу? Или они являются более древними способностями, которые когда-то были представлены билатерально, но затем 'были вытеснены из левого появлением языка? Как мы упоминали в гл. 2, разные исследователи придерживаются различных точек зрения по этому вопросу. Джерре Леви, например, утверждала, что познавательные процессы, связанные с языком и функциями восприятия пространственных отношений, несовместимы и поэтому должны развиваться в отдельных областях. Анализируя задачи и вопросы, наиболее трудные для каждого из полушарий больных с расщепленным мозгом, она сделала вывод, что способы обработки информации левым и правым полушариями мешали бы друг другу, если бы они существовали в одном полушарии.

Данные такого рода позволяют понять, почему произошла латерализация, но они не обязательно обесценивают мысль о том, что изменялось на самом деле главным образом левое полушарие. Этот вопрос разрешить нелегко. Его решение будет зависеть от существенно более полных знаний о том, что общего и различного между полушариями, и о том, какие нервные механизмы стоят за этим сходством и различием. Однако даже если мы достигнем полного знания, останутся, ве-

За пределами фактов: спорные вопросы теории 223

роятно, несколько одинаково пригодных эволюционных схем специализации полушарий.

Наш короткий обзор некоторых теорий, касающихся «почему» в латерализации, помогает определить место очень большого числа данных о «что», которое мы рассматривали, в некоей перспективе. В процессе знакомства с литературой для этой книги и размышлений над нашей собственной работой в области специализации полушарий в течение нескольких лет мы все более ясно осознавали проблему «дихотомии». Один из симптомов дихотомии состоит в преувеличении межполушарных различий и игнорировании других форм организации мозга, таких как упорядоченные различия внутри полушария.

В то же время еще большее впечатление на нас произвела реальность межполушарных различий и возможность с их помощью понять механизмы мозга, лежащие в основе высших психических функций. Возможно, что за наиболее глубокие умственные способности человека природе пришлось до некоторой степени поплатиться очень старым, стабильным и успешным методом изменения мозга — билатерально-симметричным развитием. Почему столь многое в природе связано с зеркально-симметричной структурой и почему мозг по большей части развивался симметричным образом — это теоретический вопрос, который в значительной мере остается предметом предположений и догадок.

Одно из предположений состоит в том, что удвоенная структура менее подвержена повреждению. Механизмы одной стороны легко могут взять на

себя функции, потерянные другой, потому что они делают по существу одно и то же. Как только развились асимметрии, это преимущество было утрачено. Однако компенсацией этой потери избыточности было приобретение языка, имеющего большое значение для выживания, утонченных умственных способностей, позволяющих строить планы, и любых талантов, которые может породить объединенное действие асимметричных компонентов двух полушарий.

При исследовании асимметрий ученые не ограничиваются изучением того, что отличает две половины мозга. Они раскрывают способы, которыми мозг обрабатывает различные виды информации, поступающей из окружающей среды, и обуславливает некоторые виды нашего поведения. Открытие в мозгу различных процессов и механизмов поддерживает мысль о том, что с их помощью можно объяснить психические функции. Исследователи затрагивали проблемы сознания, эмоций и единства жизненного опыта. Некоторые из этих попыток, использующие недостаточные сведения и несоответствующие определения, являются, возможно, преждевременными, но они представляют собой первые шаги на долгом пути к пониманию мозга и, возможно, себя.

Приложение

Функциональная нейроанатомия и клинические расстройства: краткий обзор
Попытки составления функциональных карт человеческого мозга предпринимались на основе изучения 'последствий' повреждения мозга, нейрохирургических операций, эффектов электрической стимуляции и нейроанатомических исследований на животных. История представлений о взаимоотношении между нейроанатомией и поведением характеризуется вращением вокруг двух противоположных мнений. Некогда были нарисованы причудливые карты мозга, на которых определенные области предназначались для «бережливости», «любви к семье», «жадности», «памяти» и т. д. Другое крайнее мнение состояло в том, что мозг работает как целое и не существует никакой связи между отдельными его областями и определенными психическими функциями.

В настоящее время исследователи мозга отошли от этих крайних взглядов. Теперь считают, что в зависимости от того, какая функция исследуется, можно говорить и о центральном, и о диффузном ее представительстве в мозгу. Основные чувствительные (сенсорные) и двигательные (моторные) функции контролируются строго определенными областями, тогда как высшие психические функции связаны с совместной деятельностью ряда областей мозга.

В приложении мы рассмотрим некоторые основные нейро-анатомические данные, сконцентрировав внимание на описании областей коры полушарий мозга — тех областей человеческого мозга, о которых идет речь в большей части дискуссий относительно асимметрии функций. Мы рассмотрим также некоторые из классических дисфункций, вызываемых избирательным повреждением мозга. Некоторые из этих дисфункций послужили основой современных представлений о структурно-функциональных отношениях в мозгу. Другие позволили исследователям отказаться от слишком простых представлений о связи областей мозга с высшими психическими функциями.

В приложении мы пытались представить самые общепринятые мнения, хотя многие вопросы все еще вызывают значительные споры. Из-за этих неопределенностей к новейшим «картам» мозга следует относиться как к приблизительному путеводителю, а не как к точному дорожному атласу.

Приложение

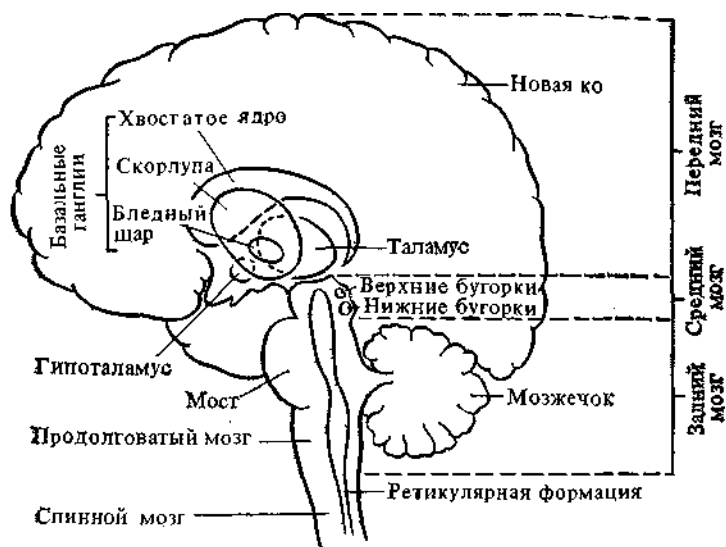


Рис. П.1. Схематическое изображение мозга, показывающее взаимное расположение подкорковых ядер и стволовых структур (Gazzaniga M. S., Steen D., Vol-pe B. Functional Neuroscience, III 79).

Нейроанатомия

Центральная нервная система состоит из спинного и головного мозга. Головной мозг принято делить на три основные области: задний, средний и передний мозг¹. Эти области и некоторые структуры внутри них отмечены на рис. П. 1. Главные области выделены на основе данных эмбриогенеза. Каждая из них развивается из отдельной эмбриональной закладки и приблизительно соответствует разным стадиям эволюции нервной системы позвоночных.

Принято считать, что структуры заднего и среднего мозга управляют более автоматизированными видами поведения, протекающими без участия сознания. Сюда входят основные функции, существенные для поддержания жизни, такие, как дыхание, сон и бодрствование, уровни активации или степени реактивности в отношении внешних событий. Становится все более очевидным, что эти глубинные структуры мозга участву-

¹ Часто говорят о мозговом стволе и полушариях. Ствол включает структуры среднего и заднего мозга, за исключением мозжечка. Некоторые анатомы включают в ствол также центральные ядра переднего мозга (таламус), расположенные непосредственно над средним мозгом. Полушария относятся к переднему мозгу.

226

Приложение

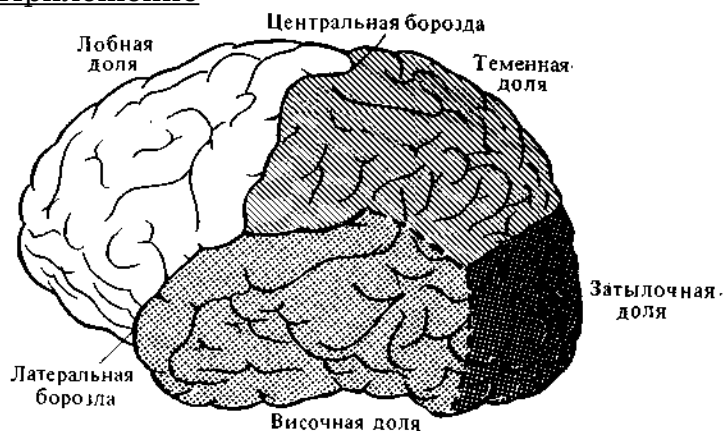


Рис. П.2. Доли полушарий мозга.

Ют также в обработке информации, необходимой для высших психических функций.

Передний мозг является самым большим и наиболее высокоорганизованным отделом мозга человека и высших животных. Он состоит из комплекса

анатомически обособленных групп нервных клеток, называемых ядрами, которые окружены миелинизированными нервными волокнами и покрыты сверху корой мозга¹. Кора образует всем хорошо известную выпуклую поверхность мозга и состоит из многих слоев нейронов, сложно связанных друг с другом. В эволюционном плане это «новейшая» структура, и она хорошо развита только у млекопитающих. Кора имеет наибольшую площадь и наибольшее число извилин у человека. На долю новой коры (так называют большую часть коры мозга человека) приходится около 9 из 12 млрд. нейронов центральной нервной системы. Считается, что кора ответственна за высшие функции человеческого мозга — такие, как абстрактное мышление и язык.

Вся нервная система по существу является двусторонне-симметричной. Сагиттальная плоскость (направление спереди назад), проходящая через середину тела человека, делит нервную систему на две части, являющиеся зеркальным отражением друг друга. Левая и правая половины ствола мозга не отделены друг от друга физически вплоть до таламуса переднего мозга. Передний мозг выглядит как отдельные зеркальные половины, связанные пучками волокон. Эти половины являются полушариями мозга.

¹ Покрытые миелиновой оболочкой нервные волокна известны под названием «белое вещество», поскольку в свежей ткани мозга они выглядят белыми. Кора, которая имеет серый цвет, известна как «серое вещество».

Приложение

227

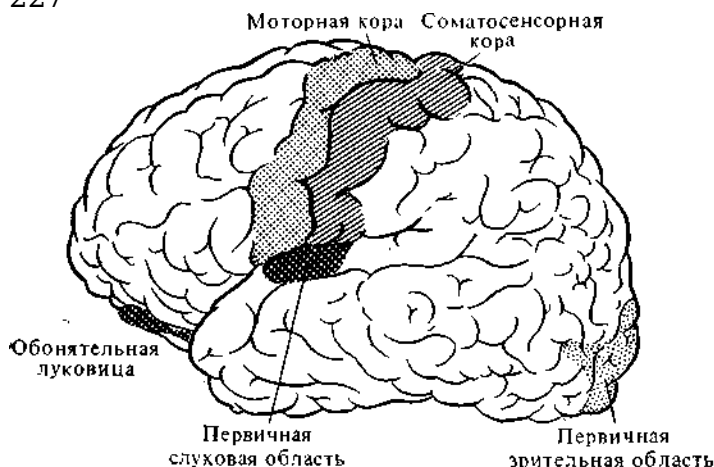


Рис. П.3. Первичные сенсорные и моторные области мозга. Остальные области часто называют «непроекционной», или «ассоциативной» корой.

Функциональные области коры

Почти вся поверхность каждого полушария мозга состоит из новой коры. Каждое полушарие можно разделить на четыре доли, используя в качестве ориентиров главные складки коры, называемые извилинами (гребни) и бороздами (впадины). Рис. П. 2 показывает разделение поверхности одного полушария. Центральная борозда отделяет лобную долю от теменной. Она служит также ориентиром для разделения передней, или фронтальной, половины каждого полушария и задних областей.

Другая главная борозда, называемая латеральной (сильвиева борозда), отделяет височную долю от лобной и теменной. Самая задняя часть коры называется затылочной долей.

Каждая доля, как известно, связана с различными чувствительными и двигательными функциями. В затылочной доле находится зрительный центр. Части височной доли связаны со слухом. Передняя часть теменной доли имеет отношение к соматосенсорной функции. Задняя часть лобной доли опосредует двигательную функцию. На рис. П. 3 показаны эти области. Области коры, получающие входы от органов чувств или управляющие движением отдельных частей тела, называются первичными зонами или

областями первичной проекции. Первичные моторные области лобной доли управляют определенными частями тела (рис. П. 4). Первичные сенсорные области в теменной, височной и затылочной долях обладают, как принято говорить, высокой модальной апецифичностью: каждая из

228

Приложение

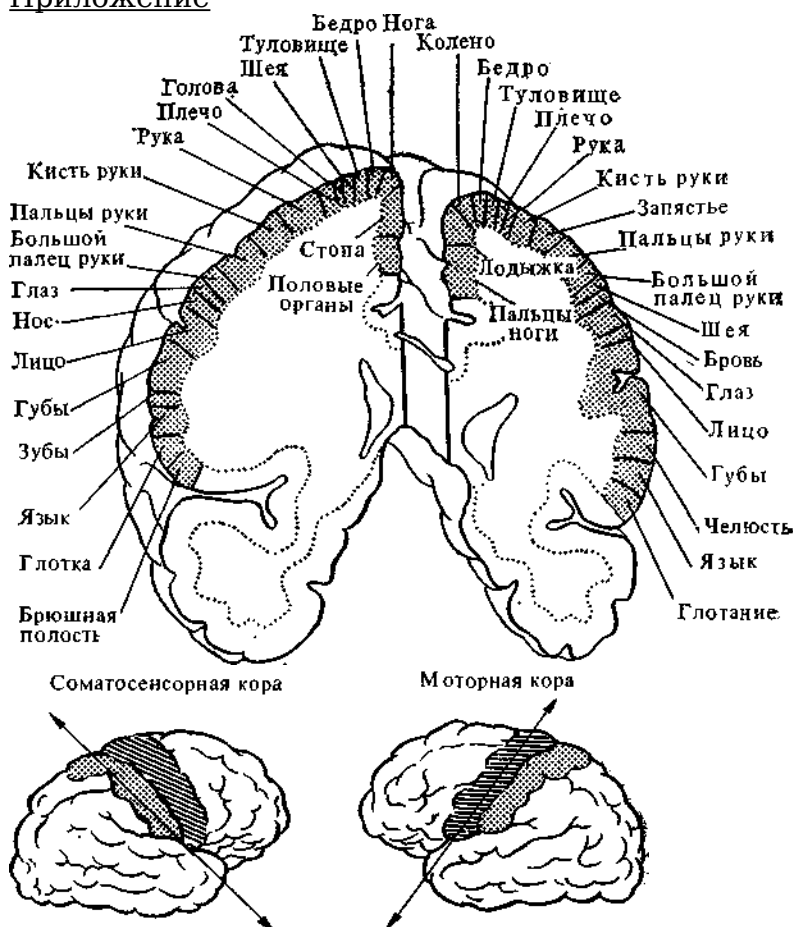


Рис. П.4. Моторные и соматосенсорные области коры. Некоторые области (представительство лица, языка и пальцев руки) непропорционально велики, так как размеры корковой поверхности, занятой представительством данной части тела, отражают потребности этой части тела. Представительство губ занимает в моторной коре большую площадь, чем в соматосенсорной. Губы осуществляют больше управляемых мышцами движений, чем функций, связанных с ощущениями (Lassen N. A., Ingvar D. H., Skinhoj E. Brain Function and Blood Flow, 1978).

них активируется только при раздражении стимулом определенной модальности. Кроме того, внутри каждой первичной сенсорной области меньшие по размерам области реактивны только в отношении определенных свойств или частей своего сенсорного входа.

Приложение

229

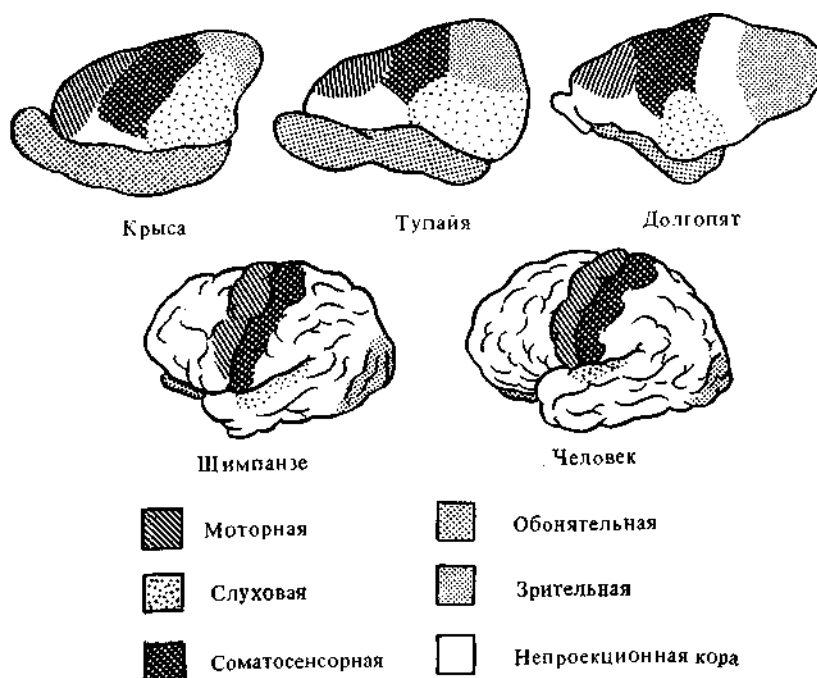


Рис. П.5. Схемы мозга пяти видов животных, показывающие увеличение площади «непроекционной» коры по отношению к площадям, занятым главным образом представительствам сенсорных и моторных функций (Penfield W. в кн. Brain and Conscious Experience, 1966).

Все первичные области топологически организованы таким образом, что в коре существует систематическое, упорядоченное представительство различных частей тела, различных свойств звуковых сигналов и определенных частей поля зрения. Повреждения этих областей приводят к строго определенным дефектам — таким, как слепота в какой-то одной части поля зрения, избирательная потеря слуха, утрата чувствительности в одной части тела или частичный паралич. Число утрачиваемых «сенсорных окон» определяется размером повреждения.

На рис. П.5 показаны области нервных проекций в мозгу четырех видов животных и человека. У низших животных большая часть коры занята представительствам чувствительных и двигательных функций; каких-либо других областей коры практически нет. У высших животных, и особенно у человека, значительная часть коры не связана, по-видимому, с определенным видом ощущений. Эти области известны под названием «непроекционных», или «ассоциативных», областей коры.

230

Приложение

Ассоциативные области теменной, затылочной и височной долей

Некоторые исследователи различают вторичные и третичные ассоциативные области коры. Вторичные области расположены по соседству с областями первичных проекций и обладают все же некоторой модальной специфичностью, т. е. они представляют собой центры более высокого уровня обработки сенсорной информации, поступающей в первичные области. Модально специфичная информация во вторичных зонах интегрируется в "осмысленное целое. Простые сенсорные стимулы объединяются и перерабатываются в постепенно усложняющиеся паттерны. Повреждение вторичных зон приводит к расстройствам восприятия, ограниченным определенной модальностью. Например, при зрительной агнозии больной может видеть предмет, но не узнаёт его или не понимает, на что он смотрит. Существует также слуховая и тактильная агнозии.

Третичные зоны¹ расположены на стыке вторичных зон теменной, височной и затылочной долей. В этих ассоциативных областях, или «зонах перекрытия», модальная специфичность исчезает. Активность нейронов в них, по-видимому,

не зависит от стимуляции какой-либо одной сенсорной модальности. Различные сенсорные поля перекрываются, и комбинация ощущений становится ощущением более высокого порядка. Тактильные и кинестетические импульсы, объединяясь со зрительной информацией от тех же предметов, создают ощущение формы и размера. Полагают, что представление об объекте в конечном счете является констелляцией имеющихся в памяти следов возбуждения нескольких сенсорных каналов. Повреждение таких областей, как теменно-затылочная или теменно-височная, приводит к расстройствам восприятия, выходящим за пределы какой-либо одной сенсорной модальности.

Именно на этом уровне проявляется межполушарная асимметрия. Повреждения внутри этих зон в правом полушарии могут вызвать расстройства способности оперировать с пространственными отношениями, или синдром игнорирования (односторонняя пространственная агнозия), при котором больной не обращает внимания на левую половину пространства. Повреждения внутри этих зон в левом полушарии могут вызвать затруднения в понимании речи или нарушить способность называть предметы. Таким образом, ассоциативные области задних отделов коры связаны, по-видимому, с перцептив-

¹ Определение третичных зон взято из книги А. Р. Лурия «Высшие корковые функции у человека» (Luria A. R. Higher Cortical Functions in Man. New York, 1966). — Прим. авт.

Приложение

231

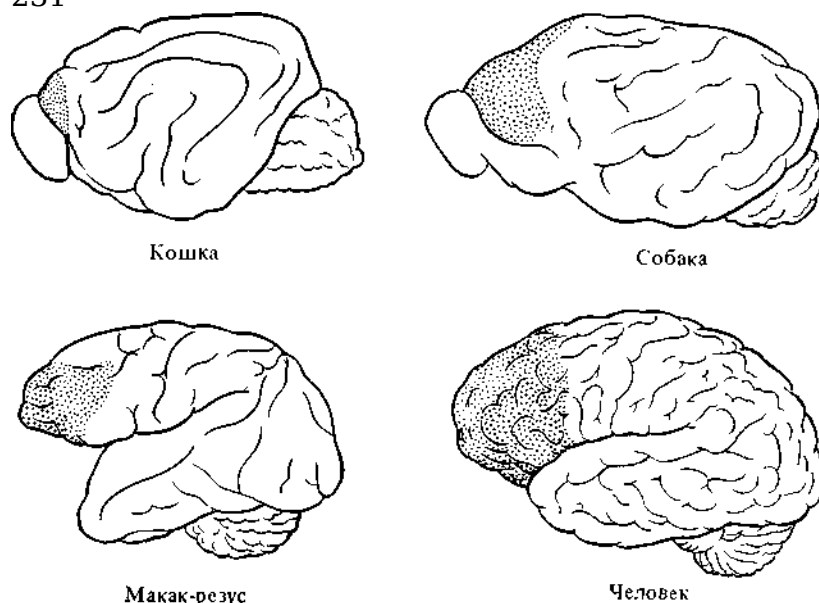


Рис. П. 6. Лобная гранулярная кора мозга трех видов животных и человеке (масштаб не соблюден) (Walsh K. W. Neuropsychology — A Clinical Approach, 1977).

ными процессами высокого уровня и с более абстрактными «манипуляциями» этими процессами. Левое и правое полушария, по-видимому, различаются в том, с какими именно процессами они справляются наилучшим образом.

Ассоциативные области лобных долей

В задней части лобной доли расположена первичная моторная область. Вторичная моторная область, подобно вторичным сенсорным зонам задних отделов коры, лежит непосредственно и переди от моторной полосы и называется премоторной областью. Эта область участвует в организации движений более высокого уровня. Повреждение этой области приводит к нарушениям в организации движений (повреждение собственно моторной полосы приводит к параличу). Повреждение определенной части

премоторной области левого полушария (зона Брока) приводит к дезорганизации речи — экспрессивной дисфункции, известной под названием *афазия Брока*.

Функции остальных областей лобной доли представляются менее определенными. Области передней части лобных долей,

232

Приложение

называемые префронтальными, уже не связаны прямо с управлением движением; считается, что они обеспечивают высшие интегративные функции. Префронтальную область часто называют фронтальной гранулярной корой, поскольку она состоит главным образом из характерных мелких («гранулярных») нейронов. Как показано на рис. П. 6, эти области особенно велики в мозгу человека. Развитие этих областей коррелирует более высоким лбом у человека по сравнению с этой частью черепа у других приматов.

Повреждение префронтальных областей может приводить к изменениям интеллекта и личности. Хотя больные с такими повреждениями все же могут выполнять многие виды различных заданий, дефицит в выполнении последовательности операций или в решении сложных задач у них очевиден. Больной может затрудняться в смене «установки» и застревает на каком-то звене. Он не способен затормозить первое устремление, порожденное поставленной задачей. Сделав правильно один шаг, больной может продолжать использовать ту же самую стратегию в абсолютно не подходящих для этого ситуациях. Это явление называется персеверацией. Такие синдромы указывают на то, что лобные доли участвуют в планировании и организации действий.

Отсутствие гибкости, наблюдаемое при определенных лобных синдромах, часто расценивали как проявление дефицита абстрактного мышления, но это представление опорно. Некоторые исследователи утверждают, что имеет место «диссоциация между мыслью и действием». Больной может сказать, что он должен сделать, но не способен это выполнить.

Изменения личности и эмоций, связанные с повреждением лобных долей, даже более неуловимы, чем дефицит интеллекта. В начале этого столетия лобные области были объектом многих экспериментальных хирургических вмешательств, с помощью которых пытались оправиться с некоторыми формами психических заболеваний. Несмотря на большую литературу по этому предмету, вопросы о том, как функционируют лобные доли и каковы действительные последствия операций, остаются спорными.

В целом представляется вероятным, что лобные ассоциативные области не только играют основную роль в планировании действия и в управлении им, но могут также регулировать или затормаживать эмоциональные устремления. А. Р. Лурия предположил, что лобные области служат третичными интегративными зонами как для моторной, так и для лимбической системы — эволюционно более старой области, расположенной глубже в переднем мозгу и играющей, как полагают, главную роль в организации эмоций.

Приложение

233

Классические дисфункции, связанные с повреждением мозга

Значительная часть теоретических положений о функциях коры, представленных в предыдущем разделе, основана на клинических наблюдениях за способностями больных с повреждениями определенных областей мозга. В этом разделе мы обсудим некоторые формы дисфункций, имеющих традиционные названия и связанных с избирательными повреждениями мозга. Некоторые из них (непосредственно внесли свой вклад в общие представления, изложенные в предыдущем разделе. Другие дают дополнительную возможность проникнуть в механизмы взаимодействия различных областей мозга в сложном поведении. Существование нескольких

форм апраксии, например, показывает, что в организации произвольного движения участвует отнюдь не одна только моторная область лобных долей. Следует помнить о том, что любое из этих расстройств в действительности редко встречается изолированно от других дефектов. Среди различных последствий повреждения мозга эти расстройства являются только наиболее явными и наиболее поддающимися определению.

Агнозия

Агнозия означает «неспособность узнавать». Определены различные виды агнозий в соответствии с видом затронутой сенсорной модальности, а иногда — в соответствии с классом предметов или звуков, которые больной не способен опознать.

Под *зрительной агнозией* имеется в виду неспособность узнавать предметы, которую нельзя отнести за счет недостатка остроты зрения или объяснить ослаблением интеллекта¹. Описаны многие формы зрительной агнозии, в том числе агнозия на лица — *прозопагнозия*. Прозопатнозия является результатом повреждения, захватывающего задние области правого (недоминантного) полушария, хотя наиболее тяжелые случаи обычно связаны с двусторонним повреждением мозга. Наиболее тяжелые случаи агнозии на предметы наблюдаются при двустороннем поражении теменно-затылочных областей мозга или при повреждении этих областей в левом (доминантном) полушарии в сочетании с повреждением межполушарных связей.

¹ Не все клиницисты настаивают на необходимости демонстрации хорошей остроты зрения. Некоторые называют агнозиями случаи смешанных сенсорных и перцептивных нарушений. Часто очень трудно решить, является ли зрительный дефицит «чисто» сенсорным или он связан с затруднениями в восприятии на более высоком уровне. Большинство реальных случаев находится где-то между этими двумя крайними возможностями.

—
234

Приложение

Полагают, что последняя ситуация воспроизводит эффект двустороннего повреждения за счет того, что все оставшиеся интактными области, участвующие в обработке зрительной информации, отсоединены от речевых центров левого полушария. Больной со зрительной агнозией все же может узнать предмет с помощью осязания, однако обширные повреждения теменной области часто приводят к затруднениям, касающимся обеих сенсорных модальностей.

Слуховая агнозия — это состояние, при котором больной с интактным слухом не способен узнать или различить, что именно он слышит. Этими звуками могут быть музыкальные тоны или знакомые шумы, например телефонный звонок или шум льющейся воды. Ими могут быть также только звуки речи, но такого рода слуховая агнозия, называемая словесной глухотой, обычно рассматривается как тип афазии. Слуховая агнозия связана с повреждением областей височной доли в левом (доминантном) полушарии, хотя наиболее тяжелые нарушения такого рода возникают при двусторонних повреждениях.

Астереогнозис — термин, означающий неспособность узнавать знакомые предметы с помощью прикосновения или ощупывания, даже если руки сохраняют нормальную чувствительность. Такое состояние возникает обычно вследствие поражения областей теменной доли, расположенных по соседству с соматосенсорными проекционными зонами. Полагают, что повреждение этих областей затрагивает структуры, ответственные за приобретение и сохранение тактильно-кинестетической памяти, которая участвует в восприятии формы, (размера и строения).

Афазия

Афазия — это нарушение способности говорить или понимать речь, возникающее в результате повреждения мозга. У подавляющего большинства

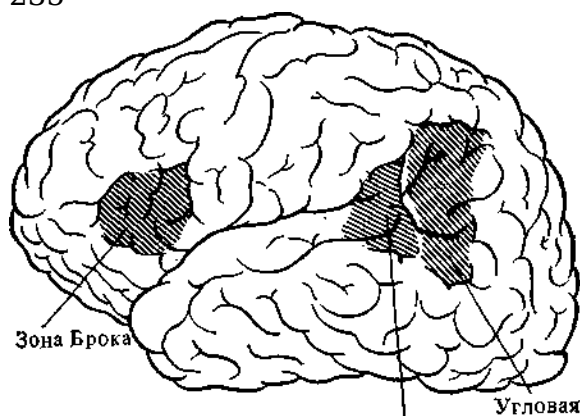
людей это нарушение связано с повреждением какой-либо из нескольких областей левого (доминантного) полушария. Органы речи и соответствующие мышцы (гортань, язык, губы и т. д.), а также иннервация речевого аппарата при этом не повреждены.

В зависимости от локализации и степени повреждения мозга выделено несколько различных типов афазий. Основные две формы — это экспрессивная («моторная») и рецептивная («сенсорная») афазии.

Экспрессивная афазия (афазия Брока) состоит в нарушении главным образом собственной речи больного; понимание им чужой речи в основном сохраняется. Этот тип афазии связан с повреждением лобных областей левого полушария, контролирующих речевой выход, в особенности зоны Брока (см.

Приложение

235



Зона Вернике извилины

Рис. П.7. Области левого полушария мозга человека, связанные с речью и языком.

рис. П. 7). Больной с афазией Брока говорит очень мало. Если он пытается что-то сказать, то запинаясь и с большим трудом произносит слова. В речи отсутствуют некоторые грамматические формы и соответствующие интонации. Наблюдается также расстройство письма. Большинство больных, по-видимому, понимают устную и письменную речь, поэтому считается, что затруднения имеют место не в понимании, а на уровне моторного выхода речи. Представляется, что больные с афазией Брока осознают большую часть своих ошибок.

Рецептивная афазия (афазия Вернике) является нарушением, при котором больной испытывает большие затруднения в понимании речи вообще. Этот вид афазии связан с повреждением задней области первой височной извилины (зона Вернике; см. рис. П. 7). Речь больного с рецептивной афазией значительно более беглая по сравнению с речью больного с экспрессивной афазией, но в зависимости от степени повреждения она может меняться от немного странной до совершенно бессмысленной. Больные часто употребляют несоответствующие (парафазии) и несуществующие (неологизмы) слова. В некоторых случаях речь больного представляет собой тарабарщину, или «словесную крошку», хотя ритм и плавность речи сохранены. В тяжелых случаях речь может не иметь даже похожих на слова структур и состоять из бессмысленного набора фонем, однако звучит она плавно. Представляется, что больные часто не осознают дефектов или бессмысленности своей речи и продолжают говорить, как будто все в порядке. Чтение и письмо также в той или иной мере нарушены.

236

Приложение

Хотя относительно чистые формы рецептивной или экспрессивной афазии иногда встречаются, деление афазий на эти два типа означает несколько

большую степень их различия, чем это есть на самом деле. Больные с экспрессивной афазией, например, испытывают также некоторые затруднения и в понимании, когда им приходится иметь дело с информацией, передаваемой предложениями с более сложной грамматической структурой. Были выделены некоторые другие типы афазий, рассматриваемые как следствие различного вида повреждений мозга.

Проводниковая афазия, как полагают, является следствием нарушения связи между зонами Вернике и Брока. Больной говорит так же, как больной с афазией Вернике (речь беглая, но бессмысленная), но обнаруживает явные признаки понимания речи и некоторую способность к чтению. Он может понимать, что ему сказали, но не в состоянии правильно повторить оказанное.

Словесная глухота возникает в результате повреждения, отсоединяющего зону Вернике от слуховых входов. Нарушено понимание только устной речи. Понимание написанного, а также способность выражать свои мысли в устной и письменной форме остаются нормальными. Это расстройство является по существу слуховой агнозией.

Анемическая афазия характеризуется затруднениями в назывании предметов. Хотя такие затруднения встречаются почти при всех афазиях, более «чистая», или изолированная, форма является результатом повреждения ограниченной зоны коры в области, называемой угловой извилиной (см. рис. 7). В условиях случайного, непринужденного разговора больной с «чистой» анемической афазией будет нормально понимать и почти нормально говорить. Однако, если ему предъявили какие-то предметы для называния или если он пытается вспомнить название чего-либо или чье-либо имя, больной будет очень сильно запинаться. Затруднения часто бывают очень тяжелыми и мучительными. Предполагалось, что это нарушение является результатом разрушения мультисенсорных ассоциаций, вовлеченных в акт называния. Тот факт, что оно связано с повреждением мультимодальных ассоциативных областей задних отделов коры, поддерживает это утверждение.

Глобальная афазия означает тяжелое нарушение всех связанных с речью функций. Понимание речи и собственная речь либо дефектны, либо отсутствуют полностью. Можно попытаться общаться с помощью системы символов, но даже это затруднительно и иногда не имеет успеха. Глобальная афазия является результатом обширного повреждения левого полушария, захватывающего большую часть областей, которые, как полагают, играют роль в организации речи.

Приложение

237

Апраксия

Апраксия определяется как неспособность осуществлять определенные произвольные движения при отсутствии паралича или потери чувствительности¹. Сложное 'Произвольное движение организовано во времени и пространстве; оно осуществляется в виде последовательности двигательных актов, выработанной в течение жизни. Когда человек протягивает руку и берет в нее какой-то предмет, это действие состоит из ряда движений, выполняемых в значительной степени бессознательно и зависящих от сформировавшейся памяти об осуществлявшихся сходным образом действиях в прошлом. Апраксию можно рассматривать как следствие разрушения программы, или «памяти», в которой написана последовательность движений, необходимая для осуществления какого-либо действия.

Кинетическая апраксия чаще всего связана с повреждениями премоторной области лобных долей. Это нарушение может быть ограничено какой-либо одной конечностью в зависимости от локализации повреждения в правом или левом полушарии. Нарушение состоит в неспособности выполнить хорошо знакомое движение, например правильно взять и держать ручку.

Идеомоторная апраксия обычно обусловлена повреждением теменной области левого (доминантного) полушария, но поведенческие эффекты повреждения являются, по-видимому, билатеральными. Больной не в состоянии выполнить многие слож-ноорганизованные действия по инструкции, хотя в соответствующей ситуации он может осуществить их спонтанно. Затруднения особенно заметны, когда больного просят изобразить что-либо, например, говорят: «Сделайте вид, что вы чистите зубы» или «Как вы зажжете спичку?» Представляется, что больной понимает, о чем его просят, но выполнить этого не может. Имея дело с реальными предметами в соответствующей ситуации, больной обычно осуществляет действия намного лучше. Идеомоторная апраксия многими рассматривается как следствие прерывания путей между областью формирования словесного образа двигательного акта и моторными областями лобной доли, необходимыми для его выполнения.

Идеационная апраксия включает неспособность сформировать соответствующую последовательность двигательных актов или правильно использовать предметы. Больной, по-видимому, знает, как выполнять отдельные движения (например, как чиркнуть спичкой о коробок, чтобы зажечь ее), но совершает

¹ Существуют некоторые исключения. А. Р. Лурия в книге «Высшие корковые функции у человека» определяет кинестетическую апраксию как апраксию, возникающую в результате потери обратной связи от конечностей, сигнализирующей об их положении в пространстве.

238

их неправильно. Например, если больному дали свечу и коробку спичек, он будет чиркать о коробок кончиком свечи. Больной может взять флакон духов и поднести его понюхать не к носу, а ко рту. Иногда нарушается порядок выполнения отдельных движений в сложноорганизованной последовательности. Так, больной начинает совершать необходимые для письма движения рукой прежде, чем он взял ручку.

Оценка больным собственных действий часто представляется дефектной; поэтому высказывалось предположение, что такого рода апраксия представляет собой одну из форм агнозии. Относительно локализации повреждения при таких расстройствах нет единого мнения. Классическое представление связывает возникновение идеационной апраксии с повреждением теменной доли левого (доминантного) полушария или мозолистого тела.

Конструкционная апраксия характеризуется потерей способности воспроизводить геометрические фигуры при их рисовании или сборке. По-видимому, здесь утрачивается зрительное руководство процессом или повреждается формирование зрительного образа необходимых действий, хотя основные зрительные и двигательные функции выглядят Сохранными. Это расстройство не рассматривается как чисто двигательное. Оно наблюдается в определенных случаях повреждения затылочной и теменной коры, возможно при повреждении путей между ними. Во многих исследованиях сообщалось, что конструкционная апраксия имеет более тяжелую форму у больных с повреждениями правого полушария. Другие исследователи утверждают, что существует качественное различие в типах ошибок, совершаемых при выполнении зрительно-конструктивных задач, в зависимости от того, какое полушарие повреждено. Трудность в согласовании мнений относительно конструкционной апраксии, так же как других расстройств, отчасти объясняется тем, что она не является четко определенной, отдельной дисфункцией. Соотношение между перцептивными (односторонняя пространственная агнозия и т. д.) и конструктивными формами связанного со зрением дефицита является сложным, и их симптомы нелегко отделить друг от друга.

Амнезия и локализация

Концепции локализации функции в мозгу долгое время включали представление о том, что существуют определенные места хранения памяти. Поиск «энграмм», т. е. следов памяти, продолжался десятилетиями. Представление о локализации памяти поддерживалось клиническими данными по амнезии—тяжелой форме потери памяти, наблюдавшейся при относительно локальных повреждениях определенных областей мозга, осо-

Приложение

239

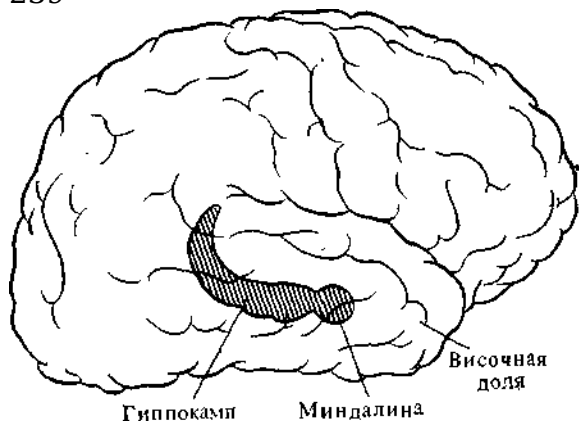


Рис. П.8. Области человеческого мозга, поражение которых ведет к нарушениям памяти. Определенные процессы памяти связаны, по-видимому, со структурами, расположенными на внутренней поверхности височной доли, такими, как гиппокамп и миндалина. Одностороннее повреждение этих структур, как сообщалось, избирательно ухудшает память в зависимости от того, какое полушарие затронуто. Двустороннее повреждение вызывает, как известно, тяжелые расстройства памяти.

бенно височных долей и гиппокампа (филогенетически более древняя часть коры, расположенная в глубине височных долей). На рис. П. 8 показаны некоторые области, повреждение которых приводит к расстройствам памяти. Кроме того, сообщалось о том, что разные виды памяти по-разному страдают в зависимости от локализации повреждения в височной доле правого или левого полушария. Повреждение височной доли левого полушария ухудшает, по-видимому, в большей степени вербальную, чем зрительную память. Повреждение височной доли правого полушария приводит к противоположному эффекту.

Большинство амнестических синдромов не содержит убедительных признаков истинной потери долговременной памяти. Расстройства памяти обычно затрагивают недавние события и только что выученное. В тех случаях, когда затрагивается память на более давние события, нарушен, по имеющимся данным, доступ к хранящейся информации; по прошествии какого-то времени или при напоминании эта память восстанавливается.

Некоторые данные о локализации долговременной памяти получены в исследованиях канадского нейрохирурга Уайлдера Пенфилда и его сотрудников. Проводя операции по удалению пораженной ткани мозга, Пенфилд применял раздражение электрическим током различных точек мозга, расположенных вблизи от оперируемой области. Он сообщил об интересных

240

реакциях на стимуляцию точек височной области, гиппокампа и миндалины (другая структура, расположенная в глубине височной доли). Больные иногда рассказывали, что у них возникают зрительные и слуховые воспоминания, и утверждали, что эти воспоминания настолько живы, как будто все это происходит снова наяву. Однако удаление целой области, по-видимому, не уничтожало никаких воспоминаний. Представляется вероятным, что большая часть случаев ухудшения памяти вследствие очаговых поражений мозга

связана не столько с уничтожением расположенной где-то «энграммы», сколько с повреждением каких-либо звеньев или этапов формирования памяти или воспроизведения.

Литература

Гл. 1. Исторический обзор клинических данных об асимметрии мозга

1. *Sperry R. W.* Brain Bisection and Consciousness. In: *Brain and Conscious Experience*, ed. J. Eccles, New York, Springer-Verlag, 1966.
2. *Ornstein R.* The Psychology of Consciousness, 2nd ed, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1977.
3. *Ornstein R.* The Split and Whole Brain, *Human Nature*, 1, 76—83 (1978).
4. *Bakan P.* The Eyes Have It, *Psychology Today*, 4, 64—69 (1971).
5. *Bogen J. E.* The Other Side of the Brain. VII: Some Educational Aspects of Hemispheric Specialization, *UCLA Educator*, 17, 24—32 (1975).
6. *Gibson W.* Pioneers in Localization of Brain Function, *J. of American Medical Association*, 180, 944—951 (1962).
7. *Broca P.* (1863), cited in Joynt R. J. Paul Pierre Broca: His Contribution to the Knowledge of Aphasia, *Cortex*, 1, 206—213 (1964).
8. *Broca P.* (1864), cited in Critchley M. *Apraxiology and Other Aspects of Language*, London, Edward Arnold, (1970).
9. *Broca P.* (1865), cited in Dimond S. *The Double Brain*, London, Churchill-Livingstone, 1972.
10. *Jackson J. H.* Selected Writings of John Hughlings Jackson, ed. J. Taylor» New York, Basic Books, 1958.
11. Ibid.
12. Ibid.
13. Ibid.
14. *Weisenberg T., McBride K. E.* Aphasia: A Clinical and Psychological Study, New York, Commonwealth Fund, 1935.
15. *Hecaen H., Albert M.* Human Neuropsychology, New York, Wiley, 1978.
16. *Dalin O.* (1745), cited in Benton A. L., Joynt R. J. Early Descriptions of Aphasia, *Archives of Neurology*, 3, 205—222 (1960).
17. *Gates A., Bradshaw J.* The Role of the Cerebral Hemispheres in Music, *Brain and Language*, 4, 403—431 (1977).
18. *Semmes J.* Hemispheric Specialization, a Possible Clue to Mechanism, *Neuropsychologia*, 6, 11—26 (1968).
19. *Bramwell B.* On Crossed Aphasia, *Lancet*, 8, 1437—1479 (1899).
20. *Penfield W., Roberts L.* Speech and Brain Mechanisms, Princeton, N. J., Princeton University Press, 1959.
21. *Wada J. A., Rasmussen T.* Intracarotid Injection of Sodium Amytal for the Lateralization of Cerebral Speech Dominance: Experimental and Clinical Observations, *J. of Neurosurgery*, 17, 266—282 (1960).
22. *Rasmussen T., Milner B.* The Role of Early Left-Brain Injury in Determining Lateralization of Cerebral Speech Functions. In: *Evolution and Lateralization of the Brain*, ed. S. Dimond and D. Blizard, New York, New York Academy of Sciences, 1977.

Гл. 2. Исследование расщепленного мозга

1. *Erickson T. C.* Spread of Epileptic Discharge *Archives of Neurology and Psychiatry*, 43, 429—452 (1940).
2. *van Wagenen W., Herren R.* Surgical Division of Commissural Pathways in» 242

Литература

the Corpus Callosum, *Archives of Neurology and Psychiatry*, 44, 740—759 (1940).

3. *Fechner G.* (1860), cited in Zangwill O. Consciousness and the Cerebral Hemispheres. In: *Hemispheric Function in the Human Brain*, ed. S. Dimond and G. Beaumont, New York, Halsted Press, 1974.
4. *Akelaitis A. J.* Studies on the Corpus Callosum. II: The Higher Visual Functions

in Each Homonymous Field Following Complete Section of the Corpus Callosum, Archives of Neurology and Psychiatry, 45, 790—796 (1941). *Akelaitis A. J.* The Study of Gnosis, Praxis and Language Following Section of the Corpus Callosum and Anterior Commissure, J. of Neurosurgery, 1, 94—102 (1944).

5. *Myers R. E.* Function of Corpus Callosum in Interocular Transfer, Brain, 79, 358—363 (1956).

Myers R. E., Sperry R. W. Interhemispheric Communication Through the Corpus Callosum Mnemonic Carry-Over Between the Hemispheres, Archives of Neurology and Psychiatry, 80, 298—303 (1958).

6. *Sperry R. W.* Hemisphere Disconnection and Unity in Conscious Awareness, American Psychologist, 23, 723—733 (1968).

7. *Gazzaniga M. S., Hillyard S. A.* Language and Speech capacity of the Right Hemisphere, Neuropsychologia, 9, 273—280 (1971).

8. *Gazzaniga M. S.* The Bisectioned Brain, New York, Appleton-Century-Crofts, 1970.

9. *Levy J., Trevarthen C., Sperry R. W.* Perception of Bilateral Chimeric Figures Following Hemispheric Disconnection, Brain, 95, 61—78 (1972).

10. *Franco L., Sperry R. W.* Hemisphere Lateralization for Cognitive Processing of Geometry, Neuropsychologia, 15, 107—114 (1977).

11. *Greenwood P., Wilson D. H., Gazzaniga M. S.* Dream Report Following Commissurotomy, Cortex, 13, 311—316 (1977).

12. *Zaidel E., Sperry R. W.* Memory Impairment Following Commissurotomy in Man, Brain, 97, 263—272 (1974).

13. *LeDoux J. E., Risse G., Springer S. P., Wilson D. H., Gazzaniga M. S.* Cognition and Commissurotomy, Brain, 100, 87—104 (1977).

14. *Gazzaniga M. S.* The Bisectioned Brain.

15. *Zaidel E.* A Technique for Presenting Lateralized Visual Input With Prolonged Exposure, Vision Research, 15, 283—289 (1975).

16. *Zaidel E.* Auditory Language Comprehension in the Right Hemisphere Following Cerebral Commissurotomy and Hemispherectomy: A Comparison With Child Language and Aphasia. In: Language Acquisition and Language Breakdown, ed. A. Caramazza and E. Zurif, Baltimore Johns Hopkins University Press, 1978.

17. *Gazzaniga M. S., LeDoux J. E.* The Integrated Mind, New York, Plenum Press, 1978.

18. *Gazzaniga M. S., Volpe B., Smylie C., Wilson D. H., LeDoux J. E.* Plasticity in Speech Organization Following Commissurotomy, Brain, 102, 805—816 (1979).

19. *Nebes R.* Dominance of the Minor Hemisphere in Commissurotomized Man in a Test of Figural Unification, Brain, 95, 633—638 (1972).

20. *Levy-Agresti J., Sperry R. W.* Differential Perceptual Capacities in Major and Minor Hemispheres, Proceedings of the National Academy of Science USA, 61, 1151 (1968).

21. *LeDoux J. E., Wilson D. H., Gazzaniga M. S.* Manipulo-Spatial Aspects of Cerebral Lateralization: Clues to the Origin of Lateralization, Neuropsychologia, 15, 743—750 (1977).

22. *Levy-Agresti J., Sperry R. W.* Differential Perceptual Capacities in Major and Minor Hemispheres.

23. *Levy J.* Psychobiological Implications of Bilateral Asymmetry, in Hemispheric Function in the Human Brain.

24. *Trevarthen C., Kinsbourne M.*, cited in Levy J. Cerebral Asymmetries as Manifested in Split Brain Man. In: Hemispheric Disconnection and Cerebral

Литература

243

Function, ed. M. Kinsbourne and W. L. Smith, Springfield, 111, Charles C Thomas, 1974.

25. *Levy J., Trevarthen C., Sperry R. W.* Perception of Bilateral Chimeric Figures Following Hemispheric Disconnection.

26. *Levy J.* Psychobiological Implications of Bilateral Symmetry.

27. *Levy J., Trevarthen C* Perceptual, Semantic Language Processes in Split-Brain Patients, *Brain*, 100, 105—118 (1977).
28. *Levy J., Trevarthen C*. Metacontrol of Hemispheric Function in Human Split Brain Patients, *J. of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 2, 299—3.12 (1976).
29. *Ibid.*
30. *Sperry R. W.* Lateral Specialization in the Surgically Separated Hemispheres. In: *The Neurosciences Third Study Program*, eds. F. O. Schmitt and F. G. Worden, Cambridge, Mass., MIT Press, .1974.
31. *Risse G. L., LeDoux J. E., Springer S. P., Wilson D. H., Gazzaniga M. S.* The Anterior Commissure in Man: Functional Variation in a Multi-Sensory System, *Neuropsychologia*, 16, 23—4311 (1977).
32. *Bryden M. P., Zurlf E. B.* Dichotic Listening Performance in a Case of Agenesis of the Corpus Callosum, *Neuropsychologia*, 8, 371—377 (1970).
- Saul R. E., Sperry R. W.* Absence of Commissurotomy Symptoms With Ager nesis of the Corpus Callosum, *Neurology*, 18, 307 (1968).
33. *Gazzaniga M. S., LeDoux I. E.* The Integrated Mind.
- Гл. 3. Изучение асимметрий нормального мозга
1. *Mishkin M., Forgays D. G.* Word Recognition as a Function' of Retinal Locus, *J. of Experimental Psychology*, 43, 43—48 (1952).
2. *Barton M. I., Goodglass H., Shai A.* Differential Recognition of Tachistoscopically Presented English and Hebrew Words in Right and Left Visual Fields, *Perceptual and Motor Skills*, 21, 431^437 (1965).
3. *Geffen G., Bradshaw J. L., Wallace G.* Interhemispherfc Effects on Reaction Time to Verbal and Nonverbal Visual Stimuli, *J. of Experimental Psychology*, 87,415-432 (1971).
- Rizzolatti G., Umitta C, BerluccM G.* Opposite Superiorities of the Right and Left Cerebral Hemispheres in Discriminative Reaction Time to Physiognomical' and Alphabetic Material, *Brain*, 94, 431—442 (1971).
4. *Klmura D.* Spatial Localization in Left and Right Visual Fields, *Canadian J. of Psychology*, 23, 446—458 (1969).
5. *Bryden P., Rainey C* Left-Right Differences in Tachistoscopic Recognition, *J. of Experimental Psychology*, 66, 568-^5711 (1963).
- Dee H. L., Fontenot D.* Cerebral Dominance and Lateral Differences in Perception and Memory, *Neuropsychologia*, 167—173 (11973). *Kimura D.* Dual Function Asymmetry of the Brain in Visual Perception, *Neuropsychologia*, 4, 275—285 (196S).
6. *Kimura D.* Some Effects of Temporal Lobe Damage on Auditory Perception, *Canadian J. of Psychology*, 15, 156—166 (1961).
7. *Rosenzweig M. R.* Representation of the Two Ears at the Auditory Cortex, *American J. of Physiology*, 167, 147—158 (1951).
8. *Dirks D.* Perception of Dichotic and Monaural Verbal Material and Cerebral Dominance in Speech, *Acta Otolaryngologica*, 58, 73—80 (1964).
9. *Milner B., Taylor L., Sperry R. W.* Lateralized Suppression of Dichotically Presented Digits After Commissural Section in Man, *Science*, 161, 184—185 (1968).
- Springer S. P., Gazzaniga M. S.* Dichotic Listening fn Partial and Complete Split Brain Patients, *Neuropsychologia*, 13, 341—^346 (1975).
10. *Kimura D.* Cerebral Dominance and the Perception of Verbal Stimuli, *Canadian J. of Psychology*, 15, 166—171 (1961).

244

Литература

11. *Bryden M. P.* Tachistoscopic Recognition, Handedness and Cerebral Dominance, *Neuropsychologia*, 3, 1—8 (11965).
12. *Kimura D.* Functional Asymmetry of the Brain in Dichotic Listening, *Cortex*, 3, 163—178 (1967).

13. *Kimura D., Folb S.* Neural Processing of Backwards Speech Sounds, *Science*, 161, 395—396 (1968).
- Studdert-Kennedy M., Shankweiler D.* Hemispheric Specialization for Speech Perception, *J. of the Acoustical Society of America*, 48, 579—594 (1970).
14. *Kimura D.* Left-Right Differences in the Perception of Melodies, *Quarterly J. of Experimental Psychology*, 16, 3515—368 (1964).
15. *Curry F. W. K* A Comparison of Left-Handed and Right-Handed Subjects on Verbal and Nonverbal Dichotic Listening Tasks, *Cortex*, 3, 343—352 (1967).
16. *Klatzky R., Atkinson R.* Specialization of the Cerebral Hemispheres in Scanning for Information in Short-Term Memory, *Perception and Psychophysics*, 10, 335—338 (1971).
17. *Seamon J. G., Gazzaniga M. S.* Coding Strategies and Cerebral Laterality Effects, *Cognitive Psychology*, 5, 249—256 (1973).
18. *Bryden M. P.* Strategy Effects in the Assessment of Hemispheric Asymmetry. In: *Strategies of Information Processing*, ed G. Underwood, London, Academic Press, 1978.
19. *Hines D., Satz P.* Cross-Modal Asymmetries in Perception Related to Asymmetry in Cerebral Function, *Neuropsychologia*, 12, 238—247 (1974).
- Zurif E. B., Bryden M. P.* Familial Handedness and Left-Right Difference in Auditory and Visual Perception, *Neuropsychologia*, 7, 179—187 (1969).
20. *Blumstein S., Goodglass H., Tartter V.* The Reliability of Ear Advantage in Dichotic Listening, *Brain and Language*, 2, 226—236 (1975).
- Hines D., Satz P.* Cross-Modal Asymmetries in Perception Related to Asymmetry in Cerebral Function.
21. *Kinsbourne M.* The Mechanisms of Hemisphere Asymmetry in Man, *Hemispheric Disconnection and Cerebral Function*, ed. M. Kinsbourne and W. L. Smith, Springfield, III, Charles C Thomas, 1974.
22. *Kinsbourne M.* The Control of Attention by Interaction Between the Cerebral Hemispheres. In: *Attention and Performance IV*, ed. S. Kornblum, New York, Academic Press, 1973.
23. *Morais J., Landercy M.* Listening to Speech While Retaining Music: What Happens to the Right Ear Advantage? *Brain and Language*, 4, 295—308 (1977).
24. *Moscovitch M.* Information Processing. In: *Handbook of Neurobiology-Neuropsychology*, ed. M. S. Gazzaniga, New York, Plenum Press, 1979.
25. *Day M. E.* An Eye Movement Phenomenon Relating to Attention, Thought and Anxiety Perceptual and Motor Skills, 19, 443—446 (1964).
26. *Bakan P.* Hypnotizability, Laterality of Eye Movement and Functional Brain Asymmetry, *Perceptual and Motor Skills*, 28, 927—932 (1969).
27. *Kinsbourne M.* Eye and Head Turning Indicates Cerebral Lateralization, *Science*, 176, 539—641 (1972).
28. *Galin D., Ornstein R.* Individual Differences in Cognitive Style, I: Reflexive Eye Movements, *Neuropsychologia*, 12, 367—376 (1974).
- Kocel K., Galin D., Ornstein R., Merrin E.* Lateral Eye Movement and Cognitive Mode, *Psychonomic Science*, 27, 223—224 (1972).
29. *Schwartz G. E., Davidson R. J., Maer F.* Right Hemisphere Lateralization for Emotion in the Human Brain: Interactions With Cognition, *Science*, 190, 286—288 (1975).
30. *Gur R. E., Gur R. C., Harris L. J.* Cerebral Activation, as Measured by Subjects' Lateral Eye Movements, Is Influenced by Experimenter Location, *Neuropsychologia*, 13, 35—44 (1975).
31. *Ehrlichman H., Weinberger A.* Lateral Eye Movements and Hemispheric Asymmetry: A Critical Review, *Psychological Bulletin*, 85, 1080—1101 (1979).
32. *Kinsbourne M., Hicks R. E.* Mapping Cerebral Functional Space: Competi-

Литература

245

tion and Collaboration in Human Performance. In: *Asymmetrical Function of the*

Brain, ed. M. Kinsbourne, Cambridge, England, Cambridge University Press, 1978. ■33. *Kinsbourne M., Cook J.* Generalized and Lateralized Effects of Concurrent Verbalization on a Unimanual Skill, *Quarterly J. of Experimental Psychology*, 23, 341—345 (1971).

34. *Hicks R. E.* Intrahemispheric Response Competition Between Vocab and Unimanual Performance in Normal Adult Human Male, *J. of Comparative and Physiological Psychology*, 89, 50—60 (1975).

35. *Kinsbourne M., McMurray J.* The Effect of Cerebral Dominance on Time Sharing Between Speaking and Tapping by Preschool Children, *Child Development*, 46, 240—242 (1975).

■35a. *Krueter C, Kinsbourne M., Trevarthen C* Are Deconnected Hemispheres Independent Channels? A Preliminary Study of the Effect of Unilateral Loading on Bilateral Finger Tapping, *Neuropsychologia*, 10, 453—461 (1972).

Гл. 4. Активность и анатомия; физиологические корреляты функции

1. *Galin D., Ornstein R.* Lateral Specialization of Cognitive Mode: An EEG Study, *Psychophysiology*, 9, 412—418 (1972).

2. *Cohn R.* Differential Cerebral Processing of Noise and Verbal Stimuli, *Science*, 172, 599—601 (1971).

Davis A. E., Wada J. A. Hemispheric Asymmetry: Frequency Analysis of Visual and Auditory Evoked Responses to Nonverbal Stimuli, *Electroencephalography and Clinical Neurophysiology*, 37, 1—9 (1974).

3. *Buschbaum M., Fedio P.* Hemispheric Differences in Evoked Potentials to Verbal and Nonverbal Stimuli on the Left and Right Visual Fields, *Physiology and Behavior*, 5, 207—210 (1970).

4. *Molfese D. L., Freeman R. B., Jr., Palermo D. S.* The Ontogeny of the Brain Lateralization for Speech and Nonspeech Stimuli, *Brain and Language*, 2, 356—368 (1975).

5. *Wood C. C., Goff W. R., Day R. S.* Auditory Evoked Potentials During Speech Perception, *Science*, **173**, 1248—1251 (1971).

6. *Galin D., Ellis R. R.* Asymmetry in Evoked Potentials as an Index of Lateralized Cognitive Processes: Relation to EEG Alpha Asymmetry, *Psychophysiology*, 13, 45—50 (1975).

7. *Mayes A., Beaumont G.* Does Visual Evoked Potential Asymmetry Index Cognitive Activity? *Neuropsychologia*, 15, 249—256 (1977).

8. *Donchin E., Kutas M., McCarthy G.* Electrocortical Indices of Hemispheric Utilization. In: *Lateralization in the Nervous System*, eds., S. Harnad, R. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer, New York, Academic Press, 1977.

9. *Lassen N. A., Ingvar D. H.* Radioisotopic Assessment of Regional Cerebral Blood Flows. In: *Progress in Nuclear Medicine*, vol. 1, Baltimore, University Park Press, 1972.

10. *Risberg J., Halsey J. H., Wills E. L., Wilson E. M.* Hemispheric Specialization in Normal Man Studied by Bilateral Measurements of the Regional Cerebral Blood Flow: A Study With the ¹³³Xe Inhalation Technique, *Brain*, 98, 911—924 (1975).

11. *Lassen N. A., Ingvar D. H., Skinhoj E.* Brain Function and Blood Flow, *Scientific American*, 239, 62—71 (1978).

12. *Plum F., Gjedde A., Samson F. E.* Neuroanatomical Functional Mapping by the Radioactive 2-deoxy-d-glucose Method, *Neurosciences Research Program Bulletin*, 14, 457—518 (1976).

13. *Geschwind N., Levitsky W.* Human Brain: Left-Right Asymmetries in Temporal Speech Region, *Science*, **161**, 186—187 (1968).

14. *Wada I. A., Clark R., Hamm A.* Cerebral Hemispheric Asymmetry in Humans, *Archives of Neurology*, 32, 239—246 (1975).

216

Литература

Witelson S. F., Poldrack W. Left Hemisphere Specialization for Language in the Newborn: Anatomical Evidence of Asymmetry, *Brain*, 96, 641—648 (1973).

15. *LeMay M., Culebras A.* Human Brain-Morphologic Differences in the Hemisphere Demonstrable by Carotid Arteriography, *The New England J. of Medicine*, 287, 166-4170 (1972).
 16. *LeMay M., Geschwind N.* Asymmetries of the Human Cerebral Hemispheres. In: *Language Acquisition and Language Breakdown*, ed. A. Caramazza and E. Zurif, Baltimore Johns Hopkins University Press, ,1978.
 17. *Galaburda A. M., LeMay M., Kemper T., Geschwind N.* Right-Left Asymmetries in the Brain, *Science*, 199, 852—856 (1978).
 18. *Oke A., Keller R., Mefford I., Adams R. N.* Lateralization of Norepinephrine in Human Thalamus, *Science*, 200, 141'1—'141'3 (1978).
- Гл. 5. Загадка леворукости
1. *Dennis W.* Early Graphic Evidence of Dextrality in Man, *Perceptual and Motor Skills*, 8, 147-449 (1958).
 - Dart R. A.* The Predatory Implement Technique of Australopithecus, *American J. of Physical Anthropology*, 7, 1—38 (1949).
 - Uhrbrock R. S.* Laterality in Art, *J. of Aesthetics and Art Criticism*, 32, 27— 35 (1973).
 2. *Barsley M.* Left Handed People, North Hollywood: WHshire Book Co., 1979.
 3. *Satgan C* The Dragons of Eden, New York, Random House, 1977.
 4. *Chamberlain H. D.* The Inheritance of Left Handedness, *J. of Heredity*, 19,. 557-659 (1928).
 5. *Annett M.* A Model of the Inheritance of Handedness and Cerebral Dominance, *Nature*, 204, 59—60 (1964).
 6. *Levy J., Nagylaki T.* A Model for the Genetics of Handedness, *Genetics*, 72,, 117 —«128 (1972).
 7. *Annett M.* Handedness in the ChiMren of Two Left Handed Parents, *Quarterly J. of Psychology*, 65, 129—131 (1974).
 8. *Howard R. G., Brown A. M.* Twinning: A Marker for Biological Insults, *Child¹ Development*, 41, 519—530 (1970).
 9. *Gordon H.* Left-Handedness and Mirror Writing Especially Among Defective Children, *Brain*, 43, 313—368 (1920).
 10. *Rasmussen T., Milner B.* The Role of Early Left-Brain Injury in Determining Lateralization of Cerebral Speech Functions. In: *Evolution and Lateralization» of the Brain*, ed. S. Dimond and D. Blizard, New York, New York Academy of Sciences, '1977.
 11. *Bakan P., Dibb G., Reed P.* Handedness and Birth Stress, *Neuropsychologic.*, 11,363-366 (11973).
 12. *Satz P.* Pathological Left-Handedness: An Explanatory Model, *Cortex*, 8, 121—1125 (1972).
 13. *Macgillivray I., Nylander P., Corney G.* Human Multiple Reproduction, London, Saunders, 1975.
 14. *Nagylaki T., Levy I.* The Sound of One Paw Clapping Is Not Sound, *Behavior Genetics*, 3, 279—292 (1973).
 15. *Lauterbach C E.* Studies in Twin Resemblance, *Genetics*, 10, 525—S68 (III25).
 16. *Rasmussen T., Milner B.* The Role of Early Left-Brain Injury in Determining Lateralization of Cerebral Speech Functions.
 17. *Luria A. R.* Traumatic Aphasia, The Hague, Mouton, 1970.
 - Subirana A.* The Prognosis in Aphasia in Relation to Cerebral Dominance and Handedness, *Brain*, 81, 415—426 (1938).
 18. *Bryden M. P.* Tachistoscopic Recognition, Handedness and Cerebral Dominance, *Neuropsychologia*, 3, '1—8 (1965).

■Литература

247

Saiz P., Achenbach K-, Patteshall E., Fennell E. Order of Report, Ear Asymmetry and Handedness in Dichotic Listening, *Cortex*, 1, 377—396 (4965). 19. *Hecaen H., Sauget J.* Cerebral' Dominance in Left Handed Subjects, *Cortex*, 7, 19—48 (1971).

20. *Zurif E. B., Bryden M. P.* Familial Handedness in Left-Right Differences in Auditory and Visual Perception, *Neuropsychologia*, 7, 179—187 (1969).
21. *McKeever W. F., van Deventer D.* Visual and Auditory Language Processing Asymmetries: Influences and Handedness, *Familial Sensuality and Sex, Cortex*, 13, 225-541 (1972).
- Higenbottom I. A.* Relationship Between Sets of Lateral and Perceptual Preference Measures, *Cortex*, 9, 402—409 (1973).
22. *Bryden M. P.* Perceptual Asymmetry in Vision: Relation to Handedness, Eyedness and Speech Lateralization, *Cortex*, 9, 418—432 (1973).
- Hinfs D., Satz P.* Cross-Modal Asymmetries in Perception Related to Asymmetry in Cerebral Function, *Neuropsychologia*, 12, 239—247 (1974).
23. *Levy J., Reid M. L.* Variations in Writing Posture and Cerebral Organization, *Science*, 194, 337 (1976).
24. *Smith L., Moscovitch M.* Writing Posture, Hemispheric Control of Movement and Cerebral Dominance in Individuals With Inverted and Noninverted Hand Postures During Writing, *Neuropsychologia*, 17, 637—644 (1979).
25. *Hardyck C., Perrinovich L.* Left Handedness, *Psychological Bulletin*, 84, 385-404 (1977).
26. *Levy J.* Possible Basis for the Evolution of Lateral Specialization of the Human Brain, *Nature*, 224, 614—615 (1969).
27. *Miller E.* Handedness and the Pattern of Human Ability, *British J. of Psychology*, 62, 111—112 (1971).
- Nexscombe F., Ratcliff G.* Handedness, Speech Lateralization and Ability, *Neuropsychologia*, 11, 339—407 (1973).

Гл. 6. Пол и асимметрия

1. *Coltheart M., Hull E., Slater D.* Sex Differences in Imagery and Reading, *Nature*, 253, 438—440 (1976).
2. *Maccoby E., Jacklin C.* *The Psychology of Sex Differences* Stanford, CalSf., Stanford University Press, 1974.
3. *Lansdell H.* A Sex Difference in Effect of Temporal Lobe Neurosurgery on Design Preference, *Nature*, 194, 852—864 (1962).
4. *McGlone J.* Sex Difference in Functional Brain Asymmetry, *Cortex*, 14, 122—128 (1978).
5. *Lake D. A., Bryden M. P.* Handedness and Sex Differences in Hemispheric Asymmetry, *Brain and Language*, 3, 266—282 (1976).
6. *Briggs G. G., Nebes R. D.* The Effects of Handedness, Family History and Sex on Performance of a Dichotic Listening Task, *Neuropsychologia*, 14, 129—134 (1976).
- Can B. M.* Ear Effect Variables and Order of Report in Dichotic Listening, *Cortex*, 5, 63—68 (1969).
7. *Witelson S. F.* Sex and the Single Hemisphere: Specialization of the Right Hemisphere for Spatial Processing, *Science*, 193, 425—427 (1976).
8. *Wada J. A., Clark R., Hamm A.* Cerebral Hemisphere Asymmetry In Humans, *Archives of Neurology*, 32, 239—246 (1975).
9. *Tucker D. M.* Sex Differences in Hemispheric Specialization for Synthesi Visuospatial Functions, *Neuropsychologia*, 14, 447—454 (1976).
10. *Davidson R. I., Schwartz G. E.* Patterns of Cerebral Lateralization During Cardiac Feedback Versus the Self-Regulation of Emotion: Sex Differences, *PsyChophysiology*, 13, 62—68 (1976).
11. *Waber D.* Sex Differences In Cognition: A Function of Maturation Rate? *Science*, 192, 572-J&73 (1976).

248

Литература

12. *Levy I.* Lateral Differences in the Human Brain in Cognition and Behavioral Control. In: *Cerebral Correlates of Conscious Experience*, ed. P. Buser and A. Rougeul-Buser, New York, North Holland Publishing Co., 1978.

Гл. 7. Развитие асимметрии

1. *Lenneberg E. H.* Biological Foundations of Language, New York, Wiley, 1967.
 2. *Basser L. S.* Hemiplegia of Early Onset and the Faculty of Speech With Special Reference to the Effects of Hemispherectomy, *Brain*, 85, 427—460 (1962).
 3. *Krashen S.* Lateralization, Language Learning and the Critical Period: Some New Evidence, *Language Learning*, 23, 63—74 (1973).
 4. *Kinsbourne M.* The Ontogeny of Cerebral Dominance. In: *Developmental Psycholinguistics and Communication Disorders*, ed. D. Aaronson and R. W. Rieber, New York, New York Academy of Sciences, 1975.
 5. *Nagafuchl M.* Development of Dichotic and Monaural Hearing Abilities in Young Children, *Acta Otolaryngologica*, 69, 409—414 (1970).
 6. *Entus A. K.* Hemispheric Asymmetry in Processing of Dichotically Presented Speech and Nonspeech Stimuli by Infants. In: *Language Development and; Neurological Theory*, eds. S. J. Segalowitz and F. Gruber, New York, Academic Press, 1977.
 7. *Vargha-Khadem F., Corballis M. C.* Cerebral Asymmetry in Infants, *Brain and Language*, 8, 1—9 (1979).
 8. *Berlin C, Hughes L., Lowe-Bell S., Berlin H.* Right Ear Advantage in Children 5 to 113, *Cortex*, 9, 394-402 (1973).
 - Satz P., Bakker D. I., Tenunissen J., Goebel R., van der Vlugt H.* Developmental Parameters of the Ear Asymmetry: A Multivariate Approach, *Brain and Language*, 2, 171—485 (1975).
 9. *Molfese D. L., Freeman R. B., Jr., Palermo D. S.* The Ontogeny of Brain Lateralization for Speech and Nonspeech Stimuli, *Brain and Language*, 2, 356—368 (1975).
 10. *Wada J. A., Davis A.* Fundamental Nature of Human Infants' Brain Asymmetry, *Canadian J. of Neurological Sciences*, 4, 203—207 (1977).
 11. *Chi J., Dooling E., Giles F.* Left-Right Asymmetries of the Temporal Speech Areas of the Human Fetus, *Archives of Neurology*, 34, 346—348 (1972).
 12. *Wada J. A., Clark R., Hamm A.* Cerebral Hemispheric Asymmetry in Humans, *Archives of Neurology*, 32, 239—246 (1975).
 13. *Smith A.* Speech and Other Functions After Left (Dominant) Hemispherectomy, *J. of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 29, 467—471 (1966). *Smith A., Burkland C. W.* Dominant Hemispherectomy, *Science*, 153, 1280—1282 (1966).
 14. *Dennis M., Whitaker H.* Language Acquisition Following Hemidecortication: Linguistic Superiority of the Left Over the Right Hemisphere, *Brain and Language*, 3, 404—433 (1976).
 15. *Trevarthen C.* Cerebral Embryology and the Split Brain. In: *Hemispheric Disconnection and Cerebral Function*, eds. M. Kinsbourne and W. L. Smith, Springfield, Ill, Charles C Thomas, 1974.
 16. *Berlin C, Hughes L., Lowe-Bell S., Berlin H.* Right Ear Advantage in Children, 5 to 13.
 17. *Satz P., Bakker D. J., Tenunissen J., Goebel R., van der Vlugt H.* Developmental Parameters of the Ear Asymmetry: A Multivariate Approach.
 18. *Ibid.*
 19. *Molfese D. L., Freeman R. B., Palermo D. S.* The Ontogeny of Brain Lateralization for Speech and Nonspeech Stimuli.
 20. *Wada J. A., Clark R., Hamm A.* Cerebral Hemispheric Asymmetry in Humans.
 21. *Morgan M.* Embryology and Inheritance of Asymmetry. In: *Lateralization in*
- Литература
249
- the Nervous System, ed. S. Harnad, R. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer, New York, Academic Press, 1977.
22. *Dryden M. P.* Speech Lateralization in Families: A Preliminary Study Using Dichotic Listening, *Brain and Language*, 2, 203—211 (1975).
 23. *Geffner D. S., Hochberg I.* Ear Laterality Performance of Children From Low and Middle Socioeconomic Levels on a Verbal Dichotic Listening Task, *Cortex*, 7,

193-203 (1971).

24. *Borowy T., Gaebel R.* Cerebral Lateralization of Speech: The Effects of Age, Sex, Race, and Socioeconomic Class, *Neuropsychologic* 14, 363—370 (1976).

25. *Dorman M. F., Geffner D.* Hemispheric Specialization for Speech Perception in Six Year Old Black and White Children From Low and Middle Socioeconomic Classes, *Cortex*, 10, 171—1176 (1974).

26. *Krashen S.* Lateralization, Language Learning and the Critical Period: Some New Evidence, *Language Learning*, 23, 63—74 (1973).

27. *McKeever W. F., Hoemann H., Florlan V., van Deventer A.* Evidence of Minimal Cerebral Asymmetries for the Processing of English Words and American Sign Language in the Congenitally Deaf, *Neuropsychologia*, 14, 413—423 (1976).

Гл. 8. Асимметрия у животных

1. *Beck C. H. M., Barton R. L.* Deviation and Laterality of Hand Preference in Monkeys, *Cortex*, 8, 339—363 (1972).

Collins R. L. On the inheritance of Handedness, I: Laterality in Inbred Mice, *J. of Heredity*, 59, 9—12 (1968).

Warren J. M., Abplanalp J. M., Warren H. B. The Development of Handedness in Cats and Rhesus Monkeys. In: *Early Behavior: Comparative and Developmental Approaches*, eds. H. W. Stevenson, E. H. Hess and H. L. Reingold, New York, Wiley, 1967.

2. *Collins R. L.* On the Inheritance of Handedness, II: Selection for Sinistrality in Mice, *J. of Heredity*, 60, 117—119 (1969).

3. *Ettlinger G., Gautrin D.* Verbal Discrimination Performance in the Monkey: The Effect of Unilateral Removal of Temporal Cortex, *Cortex*, 7, 315—331 (1971).

Warren J. M., Nonneman A. J. The Search for Cerebral Dominance in Monkeys. In: *Origins and Evolution of Language and Speech*, ed. S. Harnad, H. Steklis and J. Lancaster, New York, New York Academy of Sciences, 1976.

4. *Dewson J. H., Cowey A., Weiskrantz L.* Disruptions of Auditory Sequence Discrimination by Unilateral and Bilateral Cortical Ablations of Superior Temporal Gyrus in the Monkey, *Experimental Neurology*, 28, 529—548 (1970).

5. *Dewson I. H.* Preliminary Evidence of Hemispheric Asymmetry of Auditory Function in Monkeys. In: *Lateralization in the Nervous System*, eds. S. Harnad, R. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer, New York, Academic Press, 1977.

6. *Hamilton C R.* An Assessment of Hemispheric Specialization in Monkeys. In: *Evolution and Lateralization of the Brain*, eds. S. Diamond and D. Blizard, New York, New York Academy of Sciences, 1977.

7. *Ebner F. F., Myers R. E.* The Corpus Callosum and Interhemispheric Transmission of Tactile Learning, *J. of Neurophysiology*, 25, 380—391 (1962).

8. *Stamm J. S., Sperry R. W.* Function of Corpus Callosum in Contralateral Transfer of Somesthetic Discrimination in Cats, *J. of Comparative and Physiological Psychology*, 50, 1118—143 (1957).

Gilliken H., Voneida T. An Attempt to Obtain Replicate Learning Curves in the Split Brain Cat, *Physiological Psychology*, 3, 77—85 (1975).

Robinson J. S., Voneida T. J. Hemisphere Differences in Cognitive Capacity In the Split Brain Cat, *Experimental Neurology*, 38, 123—134 (1973).

250

Литература

9. *Hamilton C R.* An Assessment of Hemispheric Specialization in Monkeys.

10. *Yeni-Komshian G. H., Benson D.* Anatomical Study of Cerebral Asymmetry in the Temporal Lobe of Humans, Chimpanzees and Rhesus Monkeys, *Science*, 192, 387—389 (1976).

11. *Lemay M., Geschwind N.* Hemispheric Differences in the Brains of Great Apes, *Brain, Behavior and Evolution*, 11, 48—52 (1975).

12. *Groves C P., Humphrey N. K.* Asymmetry in Gorilla Skulls: Evidence of Lateralized Brain Function? *Nature*, 244, 63—54 (1973).

13. *Petersen M. R., Beecher M. D., Zoloth S. R., Moody D. B., Stebbins W. C*

Neural Lateralization of Species-Specific Vocalizations by Japanese Macaques, *Science*, 202, 324—326 (1978).

14. *Nottebohm F.* Asymmetries in Neural Control of Vocalization in the Canary, Lateralization in the Nervous System.

15. *Lepori N. G.* (1966), cited in Nottebohm, Asymmetries in Neural Control of Vocalization in the Canary.

Гл. 9. Патология и полушария

1. *Orton S. T.* Reading, Writing and Speech Problems in Children, New York, Norton, 1937.

2. *Zurif E. B., Carson G.* Dyslexia in Relation to Cerebral Dominance and Temporal Analysis, *Neuropsychologia*, 8, 301—361 (1970).

3. *Bryden M. P.* Dichotic Listening—Relations With Handedness and Reading in Children, *Neuropsychologia*, 8, 443—450 (1970).

Thomson M. E. Comparison of Laterality Effects in Dyslexics and Controls Using Verbal Dichotic Listening Tasks, *Neuropsychologia*, 14, 243—246 (1976).

Witelson S. F., Rabinovich M. Hemispheric Speech Lateralization in Children With Auditory-Linguistic Deficits, *Cortex*, 8, 412—426 (1972).

4. *Marcel T., Katz L., Smith M.* Laterality and Reading Proficiency, *Neuropsychologia*, 12, 131—139 (1974).

5. *Witelson S. F.* Abnormal Right Hemispheric Specialization in Developmental Dyslexia. In: *The Neuropsychology of Learning Disorders*, eds. R. Knights and D. Bakker, Baltimore, University Park Press, 1976.

6. *Yeni-Komshian G. H., Isenberg D., Goldberg H.* Cerebral Dominance and Reading Disability: Left Visual Field Deficit in Poor Readers, *Neuropsychologia*, 13, 83—94 (1975).

7. *Witelson S. F.* Developmental Dyslexia: Two Right Hemispheres and None Left, *Science*, 195, 309—311 (1977).

8. *Pirozzolo F., Rayner K.* Cerebral Organization and Reading Disability, *Neuropsychologia*, 17, 485—491 (1979).

9. *Hier D., LeMay M., Rosenberger P., Perlo V.* Developmental Dyslexia, *Archives of Neurology*, 35, 90—92 (1978).

10. *Sheenan J. G.* Stuttering: Research and Therapy, New York, Harper and Row, 1970.

11. *Curry F. K., Gregory H. H.* The Performance of Stutterers on Dichotic Listening Tasks Thought to Reflect Cerebral Dominance, *J. of Speech and Hearing Research*, 12, 73—82 (1969).

12. *Quinn P.* Stuttering, Cerebral Dominance and the Dichotic Word Test, *Medical J. of Australia*, 2, 639—648 (1972).

Slorach N., Noehr B. Dichotic Listening in Stuttering and Dyslalic Children, *Cortex*, 9, 295—300 (1973).

13. *Jones R. K.* Observations on Stammering After Localized Cerebral Injury, *J. of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 29, 192—195 (1966).

14. *Andrews G., Quinn P. T., Sorby W. A.* Stuttering: An Investigation Into Verbal Dominance for Speech, *J. of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*, 35, 414—418 (1972).

15. *Heltman R.* Contradictory Evidence in Handedness and Stuttering, *J of Speech Disorders*, 5, 327—331 (1940).

■ Литература

251

16. *Flor-Henry P.* Schizophrenic-like Reactions and Affective Psychoses Associated With Temporal Lobe Epilepsy: Etiological Factors, *American J. of Psychiatry*, 26, 400—403 (1969).

17. *Walker A. E., Jablon S.* A Follow-up Study of Head Wounds in World War II, Washington, D. C, U. S. Government Printing Office, 1961.

18. *Galin D.* Implications for Psychiatry of Left and Right Cerebral Specialization,

Archives of General Psychiatry, 31, 572—583 (1974).

19. *Gruzelier J., Hammond N.* Schizophrenia—A Dominant Hemisphere Temporal Lobe Disorder? Research Communications in Psychology, Psychiatry and Behavior, 1, 33—72 (1975).

20. *Schweitzer L., Becker E., Welsh H.* Abnormalities of Cerebral Lateralization in Schizophrenia Patients, Archives of General Psychiatry, 35, 982—985 (1978).

21. *Beaumont G., Dimond S.* Brain Disconnection and Schizophrenia, British J. of Psychiatry, 123, 661—662 (1973).

22. *Flor-Henry P.* Lateralized Temporal -Limbic Dysfunction and psychopathology. In: Origins and Evolution of Language and Speech, ed. S. Hamad, H. Steklis and J. Lancaster, New York, New York Academy of Sciences, 1976.

23. *Heilman K. M., Scholes R., Watson R. T.* Auditory Affective Agnosia: Disturbed Comprehension of Affective Speech, J. of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry, 38, 69—72 (1975).

24. *Tucler D. M., Watson R. T., Herlman K. M.* Discrimination and Evocation of Affectively Intoned Speech in Patients With Right Parietal Disease, Neurology, 27, 947—950 (1977).

25. *Sackheim H. A., Gur R. C., Saucy M.* Emotions Are Expressed More Intensely on the Left Side of the Face, Science, 202, 434—436 (1978).

26. *Heilman K., Watson S.* The Neglect Syndrome—A Unilateral Defect of the Orienting Response. In: Lateralization in the Nervous System, eds. S. Har-nad, R. Doty, L. Goldstein, J. Jaynes and G. Krauthamer, New York, Academic Press, 1977.

27. *Volpe B. T., LeDoux J. E., Gazzaniga M. S.* Information Processing of Visual Stimuli in an «Extinguished field», Nature, 282, 122—124 (1979).

28. *Deutsch G., Tweedy J., Lorinstein B.* Some Temporal and Spatial Factors Affecting Visual Neglect, Paper presented at the Eighth Annual Meeting of the International Neuropsychological Society, San Francisco, 1980.

Гл. 10. За пределами фактов: спорные вопросы теории

1. *Sperry R. W.* Brain Bisection and Consciousness. In: Brain and Conscious Experience, ed. J. Eccles, New York, Springer-Verlag, 1966.

2. *Eccles J.* The Brain and Unity of Conscious Experience: The 19th Arthur Stanley Eddington Memorial Lecture, Cambridge, England, Cambridge University Press, 1965.

3. *LeDoux J. E., Wilson D. H., Gazzaniga M. S.* A Divided Mind: Observations on the Conscious Properties of the Separated Hemispheres, Annals of Neurology, 2, 417—421 (1977).

4. Ibid.

5. *Sri Aurobindo*, quoted in Bogen J. E. The Other Side of the Brain, VII: Some Educational Aspects of Hemispheric Specialization, UCLA Educator, 17, 24—32 (1975).

6. *Ornstein R.* The Psychology of Consciousness, New York, Harcourt Brace Jovanovich, 1977.

7. *Ornstein R.* The Split and Whole Brain, Human Nature, 1, 76—83 (1978).

8. *Gardner H.* What We Know (and Don't Know) About the Two Halves of the Brain, Harvard Magazine, 80, 24—27 (1978).

9. *Paredes J. A., Hepburn M. J.* The Split Brain and the Culture-and-Cognition Paradox, Current Anthropology, 17, (121—127 (1976).

10. *Bogen J. E., DeZure R., TenHouten W. D., Marsh J. F.* The Other Side of 252

Литература

the Brain, IV: The A/P Ratio, Bulletin of the Los Angeles Neurological Societies, 37, 49—61 (1972). 11. *look J. A., Dwyer J. H.* Cultural Differences in Hemisphericity: A Critique, Bulletin of the Los Angeles Neurological Societies, 41, 87—90 (1976).

12. *Ornstein R.* The Split and Whole Brain.

13. *Bakan P.* Hypnotizability; Laterality of Eye Movement and Functional Brain

- Asymmetry, Perceptual and Motor Skills, 28, 927—932 (1969).
14. *Bogen J. E.* The Other Side of the Brain, VII: Some Educational Aspects of Hemispheric Specialization, *UCLA Educator*, 17, 24—32 (1975).
 15. *Prince G.* Putting the Other Half of the Brain to Work, *Training: The Magazine of Human Resources Development*, 15, 57—61 (1978).
 16. Ibid.
 17. *Sagan C* The Dragons of Eden, New York, Random House, 1977.
 18. Ibid.
 19. Ibid.
 20. Ibid.
 21. *Jaynes J.*, cited in Keen S. Reflections on the Dawn of Consciousness, *Psychology Today*, 11, 58 (1977).
 22. Ibid.
 23. *Loewi O.* Perspectives in Biology and Medicine, 4, Chicago, University of Chicago Press, 1960.
 24. *Koestler A.* The Act of Creation, New York, Dell, 1964.
 25. Ibid.
 26. *Galín D.* Implications for Psychiatry of Left and Right Cerebral Specialization, *Archives of General Psychiatry*, 31, 572—583 (1974).
 27. Ibid.
 28. Ibid.
 29. *LeDoux J. E., Wilson D. #., Gazzaniga M. S.* A Divided Mind: Observations on the Conscious Properties of the Separated Hemispheres.
 30. *Gazzaniga M. S., LeDoux J. E.* The Integrated Mind, New York, Plenum Press, 1978.
 31. Ibid.
 32. *Kimura D., Archibald Y.* Motor Functions of the Left Hemisphere, *Brain* 97 337—350 (1974).
 33. Ibid.
 34. *Studdert-Kennedy M., Shankweiler D.* Hemispheric Specialization for Speech Perception, *J. of the Acoustical Society of America*, 48, 579—594 (1970).
 35. *Lieberman A. M., Cooper F. S., Shankweiler D., Studdert-Kennedy M.* Perceptions of the Speech Code, *Psychological Review*, 74, 431—461 (1967).
- Предметный указатель
- Агнозия 23, 233—234
- на лица 24
- Альфа-активность см. Электроэнцефалограмма
- Амбидекстрия 182
- Амитаг-иатрий см. Вада, тест
- Амнезия 238
- Амузия 24
- Анатомические асимметрии 110—114
- и неспособность к чтению 180—181
- интерпретация 112—114, 115
- и половые различия 142
- посмертные измерения у взрослых 110-III
- у животных 171—174
- У младенцев 153, 158
- Ангиография 112
- Апраксия 21, 237—238
- Асимметрии в обработке информации 85— 87
- у животных 165—175 -----кошек 165
- мышей 165—166
- обезьян 166—167, 169—173
- Асимметрия развитие 148—163

- функций *см.* Межполушарная асимметрия Афазия история изучения 16—21
- перекрестная 26
- У детей 149—150, 155
- факторы восстановления 92, 128—129, 155
- формы 234—236 Афемия 18
- Близнецы, рукооть 123—125, 127—128
- зеркальное отображение 126—127, 128
- повреждения мозга 125—126, 128
- Боковые движения глаз 92—96 -----и местонахождение экспериментатора 94—95
- индивидуальные различия 92—93
- — профессиональные различия 210
- трудности интерпретации 95—96
- характер вопроса 93
- шизофрения 187
- Вада, тест 29—30, 87—88
- и раннее повреждение мозга 30
- рукооть 30, 128
- методика 29
- у заикающихся 183
- Вовлечение полушарий 93
- различия культурные 207—209
- профессиональные 209—210
- Ведущее полушарие *см.* Доминантность полушарий Вызванные потенциалы 103—107
- асимметрии, возрастные изменения 158
- и природа стимула 104
- электроэнцефалограмма 103, 106
- — иа речевые и неречевые стимулы 105-106 -----трудности в интерпретации 106—107, 115 -----у младенцев 152—153
- Гемианопсия 193
- Гемисферэктомия 154—156
- Дигаптическая стимуляция 141
- и неспособность к чтению 179—180
- Дислексия *см.* Неспособность к чтению
- Дихотическое прослушивание 78—83
- вербальных и невербальных стимулов 84—85
- изменения с возрастом 157
- модель слуховой асимметрии 79—80".
- неспособность к чтению 178—179
- рукооть 129
- способы обработки информацию 85—87
- тест Вада 82—83
- методология 78—79
- половые различия 139—141
- трудности интерпретации 87—88
- у больных с расщепленным мозгом» 80—81
- детей 150, 152, 157
- заикающихся 183
- младенцев 151

«Дихотомия» 15, 207, 223
Дихотомии 205
Доминантность полушарий 20—21. *См. также* Межполушарная асимметрия
Жестовая асимметрия, жестикуляция 219, 220
Завершение, зрительное 58—60 *см. также*;
Химерные изображения Заикание и асимметрии 182—184
-----дихотическое прослушивание 183 -,
-----оценка связи 184
-----рукость 182—183
-----тест Вада 183
Зона Брока 18
Зрительный перекрест (хиазма) 36, 39'
Инсульт 15
Клинические данные 30—32, 73 Комиссуротомия *см.* Операция
расщепления мозга. Частичная комиссуротомия Комиссуры мозга. *См. также*
Передняя ко-миссура, Мозолистое тело
-----возможные функции 68, 70—71
-----раиие предположения 33—34
Кровоток, мозговой 107—109 -----и измерение асимметрий 108
— — методики измерения 107—108
Латерализация *см.* Межполушарная асимметрия
Левое полушарие в речи и языке 9, 17—19_у. 20—21, 46
-----и боковые движения глаз 93
-----способ обработки информации у-
больных с расщепленным мозгом 56—57"
-----■-----нормальных людей 85—
87, 204
-----шизофрения 185, 186, 187
Леворукость 117—136. *См. также* Рукость
— и высшие психические функции 133—136 -----зрительно-пространственные
функции*.
134—135
-----организация мозга 128—129
-----повреждения мозга 125—126, 134
254
Предметный указатель
-----положение руки при письме 130—133
— поведенческие исследования 129—130
— семейная 129—130
— у близнецов *см.* Близнецы, рукость Линза Зайделя (L-линза) 48—50, 62
Локализация функций 16—20, 30—32, 115—
116
.Межполушарная асимметрия и способности 146
— — модели 68—70
-----трудности исследования у здоровых
людей 87—91
-----эволюция 68—69, 219—223
Метаболизм мозга 109
Мозолистое тело 33. *См. также* Комиссуры
мозга
-----врожденное отсутствие 71
-----и перенос информации у кошек 35—36
-----шизофрения 187
— — развитие 156 -----роль 70—71, 213
Музыкальные навыки и повреждение правого полушария 24
Направленность внимания 90—91 Неспособность к чтению 176—182

- дигаптическая стимуляция 179—180
- дихотическое прослушивание 179
- и анатомические асимметрии ISO—181
- асимметрия, оценка данных 181—182
- тахистоскопические тесты 179
- Образование и асимметрия 15, 210—212
- Память, больные с расщепленным мозгом 45—46
- Пластичность 32, 155, 156
- Половые различия в асимметрии 137—147
 - анатомические 142
 - возможное происхождение 144—145
 - значение 146—147
 - трудности изучения 139—140, 143
 - у детей 140—142
 - электроцефалографические 142—143
- Поля зрения, асимметрии 73—78
- Правое полушарие и аффективные расстройства 185—186
 - боковые движения глаз 92—93
 - восстановление после афазии 52
 - зрительно-пространственные функции 22—23
 - музыкальные способности 24
 - речь 50—52
 - открытие функций 21—22, 25
 - понимание речи 47—50
 - у леворуких 30, 128—129
 - способ обработки информации у больных 56—57
 - у здоровых 85—87, 204
- Предпочтение лапы (конечности) 164—165.
См. также Асимметрии у животных
- Преимущество правого уха *см.* Дихотическое прослушивание
- Проводимость кожная 186—187
- Психические заболевания и асимметрия 184—191
- Расщепление мозга, операция 13, 33—72 -----и межполушарный перенос зрительной информации 35—36
 - первые операции на человеке 34—35
 - сознание 14, 34, 199—201
 - у животных 35—36, 168—171
- Речь дихотическое прослушивание 84—85
 - и асимметрия кровотока 108
 - вызванные потенциалы 105, 152, 158
 - моторная теория восприятия 221
 - Рукость 117—135. *См. также* Леворукость
 - генетические модели 121—123, 130
 - и асимметрии, поведенческие исследования 129—130
 - афазия 26 ----- заикание 182
 - измерения 120—121
 - повреждение мозга 125—126
 - положение руки при письме 130—133
 - семейная леворукость 129—130
 - теории XIX века 119—120
 - у близнецов *см.* Близнецы, рукость
- Саккады (саккадические движения глаз) 38
- Синдром пренебрежения (или игнорирования) 11—12, 23, 191—196

-----объяснения (модели) 195—196	
— — повреждение мозга, связанное с ним	
23 192	
-----симптомы 11, 12, 191—193	
-----эффект зрительного гашения 193—194	
Синдром разъединения, острый 46 Сновидения, роль правого полушария 215	
— у больных с расщепленным мозгом 4Ъ Сознание 14, 198—203, 213—219.	
<i>См. также</i>	
Проблема души и тела	
— вербальные теории 203	
— и расщепленный мозг 14, 34, 199—202	
— определение 199, 201	
Способ познания и асимметрия 203—207	
-----культурные различия 207—209	
-----межполушарные различия 2U3, 207	
-----мышление, восточное против западного 206	
-----профессиональные различия 209—	
210	
Тест Вада см. Вада, тест Томография, компьютерная 112	
Функциональное пространство мозга 9В—98 Функциональные асимметрии	
<i>см. Межполушарная асимметрия</i>	
Хиаама <i>см. Зрительный перекрест</i> Химерные изображения 58—64. <i>См. также</i> Завершение, зрительное	
Частичная комиссуротомия 66—68	
Шизофрения <i>см. Психические заболевания и асимметрия</i>	
Электрическая активность мозга <i>см. Электроэнцефалограмма, Вызванные потенциалы</i>	
Электрическое раздражение мозга 26—29	
Электросудорожный шок и аффективные расстройства 186	
Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) 100—103	
— и асимметрии, половые различия 143	
— — психические заболевания 189	
— как метод изучения латерализации 100—	
101	
— определение	
— трудности в интерпретации 101—103,	
196—197 Эмоции асимметрия внешнего выражения 189	
— и боковые движения глаз 93, 189 -----интонация речи 189	
-----правое полушарие 41, 189—190, 202	
-----ствол мозга у больных с расщепленным мозгом 56 Эпилепсия 26—27,	
33. 185	
Оглавление	
Предисловие редактора перевода.....	5
Предисловие.....	7
Глава 1. ИСТОРИЧЕСКИЙ ОБЗОР КЛИНИЧЕСКИХ ДАННЫХ ОБ	
АСИММЕТРИИ МОЗГА.....	9
Потеря речи и правосторонняя недостаточность: свидетельства асимметрии,	
длительное время остававшиеся без внимания.....	15
Концепция доминантности полушарий.....	20
Правый мозг: недооцененное полушарие.....	21
Неравнозначность рук и полушария.....	26
Дополнительные данные, полученные в клинике.....	26
Ограниченность клинических данных.....	30
Резюме.....	32
Глава 2. ИССЛЕДОВАНИЕ РАСЩЕПЛЕННОГО МОЗГА ...	33
Перерезка 200 миллионов нервных волокон. Последствия	34

Перекрестное подсказывание.....	41
Повседневное поведение после операции расщепления мозга ...	43
Языковые функции полушарий.....	46
Зрительнопространственные функции полушарий.....	53
Обработка информации в обоих полушариях.....	56
Феномен зрительного завершения.....■	58"
«Предрасположенность» полушарий: кто тут все-таки командует? . .	62
Разделенное сознание и механизмы объединения.....	64
Частичная комиссуротомия.....	66
Какова функция мозговых комиссур?.....	68
Резюме.....	71
Глава 3. ИЗУЧЕНИЕ АСИММЕТРИИ НОРМАЛЬНОГО МОЗГА . .	7\$
Асимметрия и зрение....., ,	74
Асимметрия и слух.....	78
Что удалось узнать из исследований зрительной и слуховой асимметрии?	83
Трудности в интерпретации данных дихотических и тахистоскопических исследований.....	87"
Теоретические соображения, связанные с использованием дихотических и тахистоскопических тестов.....	8\$
Смотрящие влево и смотрящие вправо.....	92
Одновременное выполнение двух дел: картирование функционального пространства мозга.....	96
Резюме.....	9S
Глава 4. АКТИВНОСТЬ И АНАТОМИЯ: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ КОРРЕЛЯТЫ ФУНКЦИЙ.....	99
Электрическая активность в левом и правом полушарии	99-
Кровоток в полушариях.....	'07"
Метаболизм мозга: возможности его количественной оценки . . .	109
Вопросы, возникающие при разработке методик измерения активности мозга.....	109-
Структурные (анатомические) асимметрии двух полушарий . . .	ПО
Физиология и психология: построение связи.....	114
Глава 5. ЗАГАДКА ЛЕВОРУКОСТИ.....	ПТ
Исторические представления о леворукости	118
Трудности в определении руки . . .	120
256	
Оглавление	
Является ли рукость наследственным признаком?.....	121
Почему среди близнецов так много левшей?.....	123
Рукость и функциональная асимметрия.....	128
Рукость и высшие функции мозга.....	133
Глава 6. ПОЛ И АСИММЕТРИЯ.....	137
Клинические даиие ,.....	138
Данные поведенческих исследований.....	139
Активность и анатомия. Дополнительные аспекты загадочной проблемы половых различий.....	142
Действительно ли существуют половые различия в латерализации?	144
Происхождение половых различий.....	144
Значение половых различий.....	146
Глава 7. РАЗВИТИЕ АСИММЕТРИИ.....	148
Когда завершается латерализация?.....	148
Возраст и асимметрия; поиск начальных сроков латерализации . . .	150
Гемисферэктомия: удаление половины мозга.....	154

Изменяется ли латерализация с годами?.....	156
Роль наследственности и среды в формировании асимметрии	158
Резюме.....	162
Глава 8. АСИММЕТРИИ У ЖИВОТНЫХ....., .	164
Какую лапу подает ваша собака?.....	164
Повреждение одного полушария: являются ли последствия асимметричными?	166
Исследования расщепленного мозга у животных.....	168
Анатомические асимметрии у животных.....	171
Поведенческие исследования.....	172
Асимметрия у птиц. О чем может рассказать нам птичий мозг	173
Резюме.....	174
Глава 9. ПАТОЛОГИЯ И ПОЛУШАРИЯ.....	176
Неспособность к чтению—недостаточность доминирования?	176
Заикание; доводы в пользу конкуренции за управление речью . . . ,	182
Синдром игнорирования (односторонняя пространственная агнозия) ,	191
Глава 10. ЗА ПРЕДЕЛАМИ ФАКТОВ: СПОРНЫЕ ВОПРОСЫ ТЕОРИИ	198
Два мозга — два сознания?.....	199
Два мозга—два способа познания?.....	203
•Существуют ли культурные различия в вовлечении полушарий?	207
Профессиональные различия в вовлечении полушарий?.....	209
Правый мозг и образование.....	210
Наука, культура и мозолистое тело.....	212
Еще о сознании.....	213
-«Почему» и «как» в специализации полушарий. Эволюционная перспектива	219
-Приложение. ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НЕЙРОАНАТОМИЯ И КЛИНИЧЕСКИЕ РАССТРОЙСТВА: КРАТКИЙ ОБЗОР.....	224
Нейроанатомия.....	225
Классические дисфункции, связанные с повреждением мозга	233
Литература.....	241
Предметный указатель.....	253